

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Institut dopravy

**Vliv denního svícení na energetickou spotřebu osobních
automobilů**

**Daily Lighting Influence for Energy Consumption of M₁ Vehicle
Category**

Student

Bc. Martin Kilián

Vedoucí diplomové práce

Ing. Michal Richtář

Ostrava 2010

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

Bc. Martin Kilián

Prohlašuji, že

jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.

beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).

souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.

bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.

bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Ostravě

.....

Bc. Martin Kilián

Jméno a příjmení autora práce: Bc. Martin Kilián

Adresa trvalého pobytu autora práce: Proskovická 37

700 30, Ostrava - Výškovice

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

KILIÁN, M. *Vliv denního svícení na energetickou spotřebu osobních automobilů : diplomová práce*. Ostrava : VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, 2010, 122 s. Vedoucí práce: Richtář, M.

Diplomová práce se zabývá ověřením o zvýšení spotřeby paliva při různých světelných systémech automobilů. V úvodu se zabývá krátkým přehledem světelných systémů používaných v současné době. V bodě číslo čtyři je stručný přehled testovaných automobilů, seznámení s metodikou měření a provedení jednotlivých měření na válcové zkušební stanici MAHA LPS 2000. Další část je zaměřena na zhodnocení výsledků měření spotřeby testovaných vozidel. V předposledním bodě je ekonomické zhodnocení celého měření. Závěrem uvádí přínos vytvořené metodiky měření a jejich výsledků.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

KILIÁN, M. *Daily Lighting Influence for Energy Consumption of M₁ Vehicle Category : Master Thesis*. Ostrava : VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Transport, 2010, 122 p. Thesis head: Richtář, M.

The graduation thesis is engaged in proving of fuel consumption increasing based on various lighting systems of the car. At the beginning deals with a short overview of car lighting systems used in current period. In part four is brief overview of tested cars, identification of measuring methodics and performance of individual measuring on MAHA LPS 2000 cylinder testing station. Another section is focused on results evaluation of fuel consumption measuring in tested cars. In the next to the last section is the economical evaluation of whole measuring. The end is indicating the benefit of created methodics of measurements and its own results.

Obsah

Seznam použitých značek a symbolů.....	7
1. Úvod.....	8
2. Denní svícení a světelné systémy jako prvek aktivní bezpečnosti	10
2.1. Aktivní a pasivní bezpečnost	10
2.2. Denní svícení v paragrafech a číslech	11
2.3. Současný stav a vývoj mezinárodních předpisů pro osvětlení automobilů	18
3. Používané osvětlovací systémy.....	24
3.1. Světlomety – základní uspořádání světlometu.....	24
3.2. Xenonové světlomety	26
3.3. Bi – xenonové světlomety.....	30
3.4. Samočinná regulace dosahu světlometů	32
3.5. Světlené diody LED (Light Emitting Diode)	34
3.6. Halogenové projekční světlomety	36
3.7. Vysoce svítivé zdroje světla.....	36
3.8. Natáčecí světlomety AFL.....	38
3.9. Další zařízení zvyšující bezpečnost.....	44
3.10. Zvýšení palubního napětí v automobilech.....	45
3.11. Předpisy oblasti zkoušek	45
4. Energetická bilance osvětleného vozidla	48
4.1. Stanovení potřebného výkonu.....	48
4.2. Kalkulace příkonu el. energie a úspor	53
4.3. Experimentální ověření spotřeby paliva.....	57
4.3.1 Popis válcové zkušební stanice MAHA LPS 2000	57
4.3.2 Popis měřených automobilů	63
4.3.2.1 Peugeot 405 GRDT (vznětový).....	63
4.3.2.2 Fiat Punto (zážehový).....	65

4.3.2.3 Hyundai i30 (zážehový)	67
4.3.3 Metodika měření – na zkušebně	69
4.3.4 Příprava vozidel	70
4.3.4.1 Příprava vozidla Peugeot 405 GRDT k měření spotřeby paliva	70
4.3.4.2 Příprava vozidel Fiat a Hyundai k měření spotřeby paliva	72
4.3.5 Teorie k chybám	72
4.3.6 Měření spotřeby paliva při volnoběhu u automobilu Peugeot 405	76
4.3.7 Měření spotřeby paliva Peugeot 405 (P405) – na válcové zkušebně	79
4.3.8 Měření spotřeby paliva Fiat Punto (F Punto) – na válcové zkušebně	84
4.3.9 Měření spotřeby paliva Hyundai i30 (H i30) – na válcové zkušebně	89
4.3.10 Měření spotřeby paliva Peugeot 405 (P405)– při zapojení různých světelných systémů	94
4.3.11 Měření spotřeby paliva Fiat Punto (F Punto) – při zapojení různých světelných systémů	100
4.3.12 Měření spotřeby paliva Hyundai i30 (H i30) – při zapojení různých světelných systémů	105
5. Zhodnocení a doporučení	111
6. Ekonomické vyhodnocení	119
7. Závěr	121
8. Použitá literatura	122

Seznam použitých značek a symbolů

ABS	protiblokovací systém brzd (Anti-lock Brake System)
DIN	zkratka normy (Deutsches Institut für Normung)
DMI	dolní mez intervalu
DO	dálkové ovládání
f	součinitel odporu valení
HMI	horní mez intervalu
ISO	zkratka normy (International Organisation for Standardization)
M	točivý moment motoru
O_f	odpor valení
O_v	odpor vzduchu
P	naměřený výkon motoru
P_{kor}	korigovaný výkon motoru
u_A	standardní nejistota typu A
u_B	standardní nejistota typu B
u_C	kombinovaná standardní nejistota
VŠB	Vysoká škola báňská
mld.	miliarda
USA	Spojené Státy Americké
Kč	Koruna česká
El.	Elektrická
EU	Evropská Unie
OSN	Organizace Spojených Národů
FMVSS	Federal motor vehicle safety standard
SAE	Society of Automotive Engineers
AFS	(Advancet Front Lighting System) - tlumená světla do zatáčky - čočka projektuje bi-xenonové světlo na pohyblivé zrcadlo

1. Úvod

Už z principu tvaru vozidla a fyzikálních zákonů nelze vyrobit bezpečné auto, v kterém by jste vždy přežili jakoukoli havárii. Takže pokud nějaký výrobce tvrdí, že jsou jeho auta bezpečná, nemluví tak docela pravdu. Formulace "bezpečné vozidlo" je jen v rámci jakýchsi porovnání s dřívějším stavem techniky, nejde o absolutní pojem jako takový, vozidlo jen poskytuje vyšší míru bezpečnosti, než tomu bylo u srovnatelné kategorie vozidel doposud. Problematika bezpečnosti automobilů byla poprvé řešena v USA. V padesátých letech minulého století se tam vyráběla auta z pohledu ochrany posádky velmi nebezpečná, dokonce některé typy svou konstrukcí následky havárií zhoršovaly. Při haváriích se často vozidla doslova rozpadla, průniky řídicí hřídele do prostoru pro posádku byly maximálně možné atd.

Tehdy tomu nikdo nevěnoval zvláštní pozornost, přibývajících mrtvů byli bráni jako daň stále se zvyšujícímu počtu vozidel a houstnoucímu provozu. První člověk, kterému nebyl hrozivě vzrůstající počet obětí lhostejný, byl prof. Larry Patrick. Shromažďoval všemožné údaje o nehodách a na základě takto získaných údajů vyhodnotil chyby konstrukcí většiny tehdy vyráběných vozidel a stanovil základní kritéria pro ochranu posádky, která jsou platná dodnes. Aby svoje tvrzení mohl doložit konkrétními údaji, zkonstruoval několik měřicích přístrojů na měření odolnosti lidského organismu proti nárazům. Protože nechtěl riskovat zdraví ostatních lidí včetně dobrovolníků, sám se na těchto přístrojích nechal otloukat různými závažími, prováděl nárazové zkoušky v upoutaném i neupoutaném stavu atd. Z těchto zkoušek vyšly první výsledky odolnosti jednotlivých orgánů lidského těla, podle nichž navrhl první úpravy konstrukce osobních vozidel. (Tyto hodnoty byly zpřesněny až po zavedení známých "crash test dummies" - figurín, které byly vybaveny čidly na mnoha místech "těla" a nahrazovaly živou posádku, kdy bylo možné testovat až za mez únosnosti lidského organismu.)

Jeho práci doplnil také John Paul Stapp, který pracoval na zakázce pro vzdušné síly USA, která měla řešit vliv decelerace na lidský organismus (pravděpodobně z důvodu zavádění proudových stíhaček na letadlových lodích). Stapp si také všiml, že na zemi za volantů svých vozidel zemře více pilotů, než ve vzduchu. Po zveřejnění výsledků začal zdoluhavý boj s všemocnými výrobci automobilů v USA, kteří se zuby nehty bránili jakýmkoli změnám, které by jednak mohly mít za následek série žalob a dále zvyšovaly náklady na vývoj a výrobu. Každopádně došlo k výraznému pokroku, který se velmi rychle rozšířil do Evropy a zbytku světa. Snížení hrozivých čísel tragických případů při silničních haváriích vedlo nakonec v USA k uzákonění omezení rychlosti pro všechny typy vozidel na 55 mil/h (88 km/h) mimo město, některé státy unie mají tuto hranici 65 mil/h (105 km/h), která je důsledně a nekompromisně kontrolována.

Z výsledků testů na vlastní osobě prof. Patrick vyvodil následující pravidla:

1. Posádka vozidla musí mít dostatečný prostor pro přežití, a to i při převrácení vozidla a jízdě po střeše.
2. Do tohoto prostoru nesmí nadměrně proniknout žádná část vozidla, která tam nepatří (hlavně hřídel řízení).
3. V tomto prostoru nesmí být žádné části, které by mohly přispět ke zranění posádky, tedy všelijaké ostré výstupku a hrany pokud možno odstranit, nebo aspoň zakulatit (nyní platí minimální rádius hran 2,5 mm).
4. Vnitřní část tohoto prostoru by měla být vyložena materiály tlumícími náraz a případné plochy, které mohou přijít do styku s lidským tělem, musí být co největší (např. střed volantu).
5. Prostor pro posádku musí být co nejtužší, aby se při havárii co nejméně deformoval a umožnil otevření aspoň jedné dveří bez pomoci nástrojů, kabina musí zůstat celistvá.
6. Sedačky musí být upevněny tak pevně, aby zůstaly v případě nárazu na svém místě.
7. Posádka musí být fixována na sedadlech speciálním zařízením, které zachytí energii nárazu a nedovolí kontakt těla s pevnými částmi kabiny.
8. Dveře vozidla se nesmí při nárazu samovolně otevřít, posádka nesmí z auta vypadnout (hrozí až 5x větší riziko úmrtí), bylo nutné změnit konstrukci zámků.
9. Přední a zadní část vozidla musí pohltit energii nárazu a rozprostřít ji na určitý minimální čas, aby zpoždění kabiny a tedy posádky při nárazu nepřekročilo kritické hodnoty.
10. Okna ve vozidlech musí být takové konstrukce, aby při rozbití nezpůsobila řezné poranění posádky.
11. Při havárii nesmí dojít k požáru vozidla a úniku paliva z nádrže.
12. Materiály používané v interiéru vozidla by měly být nehořlavé, nebo aspoň s omezenou hořlavostí.

2. Denní svícení a světelné systémy jako prvek aktivní bezpečnosti

2.1. Aktivní a pasivní bezpečnost

Vozidla posuzujeme z hlediska aktivní a pasivní bezpečnosti.

Prvky a systémy aktivní bezpečnosti jsou takové prvky a systémy, které zabraňují nebo předcházejí nehodám. Obecně lze říct, že tyto prvky působí ještě před nehodou.

Pod pojem aktivní bezpečnost spadá výkon motoru, účinnost brzd, úroveň kompletního podvozku, výkon osvětlení vozidla, výhled z vozidla atd., tedy všechno to, čím můžeme aktivně havárii zabránit, tzn. rychle odjet z kritického místa, včas zastavit před překážkou a také nespadnout do příkopu. Do tohoto pojmu je také možné zařadit vše, co snižuje únavu a soustředění řidiče, tedy dobré odhlučnění, automatická klimatizace, kvalitní brzdy, přesné řízení, celá řada elektronických protiblokovacích, protiprokluzových a stabilizačních systémů. Z hlediska bezpečnosti je důležité pohodlí řidiče, dobrá ergonomie vozu, dostatečný výhled, teplota v kabině atd. Dobré jízdní vlastnosti, optimální trakce automobilu, to vše také přispívá ke zvýšení úrovně aktivní bezpečnosti.

Pojem pasivní bezpečnost obsahuje vše, co zabráni zranění nebo úmrtí při nehodě, ať vznikla jakkoliv. [5]

2.2. Denní svícení v paragrafech a číslech

Denní svícení v ČR nařizuje novela zákona č. 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích (§32), která stanovuje, že motorové vozidlo musí mít za jízdy rozsvícena obrysová a potkávací světla nebo obrysová světla pro denní svícení, pokud je jimi vybaveno.

Denní svícení je často zaměňováno (bohužel i některými značkovými servis a prodejci výbavy) za automatické rozsvícení běžných tlumených světel, ta ale musí svítit spolu s dalším osvětlením.



Obr. 2.1 Nová koncepce umístění Led diod (Škoda) [10].

Denní svítlny jsou nepovinné na automobilech a zakázané na přípojných vozidlech. Montáž, umístění a zapojení denních světel předepisuje a upravuje homologační předpis EHK/OSN č. 48, který předepisuje vyhláška č. 341/2002 Sb. V tomto homologačním předpisu je podrobně uvedeno, jak má být svítlna umístěna na výšku, šířku, délku vozidla, elektricky zapojena a požadavek na orientaci směrem dopředu.

Od 1. července 2006 nabyt účinnosti zákon č. 411/2005 Sb, který ukládá povinnost mít rozsvícena světla po celý den a celý rok, bez ohledu na zimní nebo letní čas (dříve byla povinnost svítit po celý den jen v zimním čase). O této problematice zákon říká, že motorové vozidlo musí mít za jízdy rozsvícena obrysová a potkávací světla, nebo světla pro denní svícení, pokud je jimi vybaveno podle zvláštního právního předpisu. Pro svícení za snížené viditelnosti platí (a budou platit) jiná ustanovení, o použití dálkových světel, obrysových světel, světel do mlhy předních i zadních apod. Vyplývá z nich mj., že při svícení za nesnížené viditelnosti je vyloučeno použití dálkových světel (s výjimkou dávání světelných výstražných znamení).

Poznámka: Ustanovení účinné od 1. července 2006 se týká všech motorových vozidel (včetně motocyklů) a tramvají; mj. vylučuje diskuse, zda by ve dne měla svítit také jízdní kola, potahová a jiná nemotorová vozidla.

Denní svícení výrazně napomáhá bezpečnosti silničního provozu a je zavedeno v řadě evropských států.

Základní pravidla pro dodatečnou montáž světel pro denní svícení:

- na jedno vozidlo se montují dva kusy (jeden pár) světel
- svítilny se umísťují ve vodorovné rovině ve výšce od 250 mm do 1500 mm na přední část vozidla
- vzdálenost svítlen od bočního obrysu je max. 400 mm a vzájemně mezi světly min. 600 mm (u vozidel s šířkou menší než 1300 mm je povolena vzájemná vzdálenost 400 mm)
- světla se rozsvěcejí automaticky po zapnutí zapalování (nastartování motoru) a zhasnou po jeho vypnutí, nebo při rozsvícení obrysových světel

Dodatečná montáž světel pro denní svícení není přestavbou vozidla ani změnou technických údajů, a proto jejich umístění na vozidlo nepodléhá žádnému dodatečnému schvalování ani zápisu do TP či registru.

Hlavním přínosem těchto přídatných světel je úspora energie, neboť při jejich používání nesvítí obrysová, potkávací ani koncová světla vozidla. Úsporu přinese také prodloužení životnosti žárovek či výbojek.

Světlo pro denní svícení musí být homologováno podle EHK/OSN č. 48 a je určeno výhradně pro osvětlení ve dne za nesnížené viditelnosti. Světlo pro denní svícení vydává rozptýlené světlo, které neoslňuje protijedoucí řidiče. Zároveň neosvětluje ani vozovku, a proto ho považujeme za svítilnu nikoliv za světlomet. Denní svítilny zaručují dobrou viditelnost vašeho vozu.

Výhody světel pro denní svícení:

- lepší viditelnost Vašeho vozu
- menší pravděpodobnost nehody

- nižší spotřeba energie = nižší spotřeba paliva
 - prodloužení životnosti žárovek či výbojek
 - jízda bez pokuty - automatické rozsvícení
 - nemusí svítit zadní svítilny a osvětlení palubních přístrojů a ovládačů
 - menší zatížení autobaterie a alternátor
-
- Homologovaná LED světla pro denní svícení jsou osazena speciálními LED čipy s extra vysokým výkonem cca 1W/čip a mají pětinasobnou svítivost oproti běžným LED světlům. Dokladem opravňujícím k používání světel k dennímu svícení je značka RL vyisovaná na krycím skle světla nad homologační značkou. Po dodatečném namontování denních svítilen nejde o přestavbu vozidla ani o změnu technických údajů v registru či TP.



Obr. 2.2 Světla s LED diodami:

(spotřeba 2 x 5 W, napájecí napětí 10-30 V,
 bílé světlo s teplotou 6 000 K, jako xenonové výbojky [11].

Nové typy osobních aut budou muset mít od roku 2011 v Evropské unii denní světla. Rozhodla o tom Evropská komise. Zapříčiní to větší bezpečnost na silnicích a méně obětí dopravních nehod.

Výhody celodenního svícení (s využitím materiálu CDV Brno)

- včasnější vnímání v bočním zorném poli (periferní vnímání), zejména protijedoucích aut a při odbočování
- lepší schopnost vnímání za snížené viditelnosti, proti nízko stojícímu slunci nebo v oslňujícím slunečním světle
- včasnější rozpoznatelnost při střídání světla a stínu ("tunelový efekt" např. v lesích apod.)
- lepší viditelnost v jednotvárné krajině (zvýšení kontrastu)
- přesnější odhad vzdálenosti a rychlosti blížících se vozidel
- jasné rozpoznání pohybu dopravních prostředků (rozlišení jedoucích a parkujících vozidel).



Obr. 2.3 Led diody zabudovány v předním světlometu (Audi) [11].

Další argumenty pro zavedení celoročního svícení motorových vozidel i za nesnížené viditelnosti (s využitím materiálu CDV Brno)

- jestliže je jen na úvaze řidiče, jestli za nesnížené viditelnosti pojede s rozsvícenými světly nebo svítit nebude, setkáváme se i s auty nesvítícími. To navozuje velmi nebezpečné situace – nesvítící auto v řadě svítících lze velmi snadno přehlédnout,
- jakékoliv přesné definování „snížené viditelnosti“ je objektivně zcela nemožné, jde vždy o subjektivní pocit,

- zvýšení spotřeby jako následek svícení je nepatrné. Průměrně můžeme předpokládat zvýšení spotřeby o 0,1 litru na 100 km. Pro zvýšení bezpečnosti naší i ostatních je to velmi dobrá investice,
- denní svícení vozidel neznamena žádné ohrožení zdraví (viz některé názory, že může dojít k oslnění). Když někdo svítí ve dne a oslní nás, má buď zapnuta dálková světla nebo má světla špatně seřazená (v noci by nás oslnil mnohem víc). Při správném nastavení tlumených potkávacích světel je možné za denních světelných podmínek a pro zdravé oko oslnění vyloučit. Lékaři – specialisté potvrzují, že běžné denní sluneční světlo vykazuje podstatně silnější oslňující efekt, než jaký může tlumené světlo motorového vozidla vůbec vytvořit,
- komise EU doporučila zavedení jízdy s rozsvícenými světly ve dne v celé Evropě. Povinnost svítit za jízdy i ve dne se rozšiřuje; lze od toho očekávat, že se sníží zejména počet nehod s více účastníky, jezdit s rozsvícenými světly během dne znamená zvýšení bezpečnosti a značné snížení rizika nehody. Ti, co svítí i ve dne, jsou rozhodně lépe vidět. Příčinou 50 % všech nehod, a zejména 80 % všech srážek na křižovatkách, ke kterým dochází během dne, je skutečnost, že řidiči vidí druhé vozidlo příliš pozdě nebo vůbec ne, automobil, který při jízdě ve dne není osvětlen, je objektem smrtelné dopravní nehody o 25 % častěji než automobil, který osvětlen je. V případě těžkých dopravních nehod je neosvětlený automobil jejich objektem dokonce o 50 % častěji než automobil, který při jízdě ve dne osvětlen je. Až k 25 % všech smrtelných nehod a k 35 % čelních srážek vozidel by tedy nemuselo dojít, kdyby řidiči svítili po celý den. Pro nechráněné a slabší účastníky provozu (chodci, cyklisté, motocyklisté) je celodenní svícení ještě větším bezpečnostním přínosem než pro automobilisty.

Předepsané umístění denních světlometů

Světla pro denní svícení zajišťují bezpečnost při řízení v silničním provozu a předchází 58% dopravních nehod s vážnými následky. Vybavením světlů LED se stává vozidlo lépe a rychleji rozpoznatelným pro ostatní účastníky silničního provozu.



Obr. 2.4 Dovolené umístění denních světlometů [10].

* Při použití jako poziční světlo musí být zástavbová výška minimálně 350 mm a maximální vzdálenost od okraje vozidla 400 mm.

** U vozidel se šířkou menší než 1300 mm, vzdálenost nejméně 400 mm.

Studie vypracované BAST (Německo):

Předpokládají snížení nehodovosti o 3 % zatímco holandská TNO o 5 – 15 %. Finanční analýza, vyplývající z těchto studií uváděla celkovou úsporu cca 16 bilionů eur. Úspory vztahující se ke snižování nehodovosti (49 bilionů eur) jsou nesrovnatelné se zvyšujícími se emisemi (10 bilionů eur), vyšší cenou světelného systému (7 bilionů eur), větší spotřebou pohonných hmot (7 bilionů eur) a vyšší spotřebou žárovek (9 bilionů eur).

Pokud vezmeme v úvahu, že mnoho motoristů používá tlumená světla během dne, FIA

věří, že světla pro denní svícení přispějí ke zlepšení energetické výkonnosti silniční dopravy. Toto také platí pro specifické podmínky řízení, např. za deště nebo za šera, kdy užití světel pro denní svícení může bezpečně nahradit tlumená světla včetně energetické úspory. FIA jednoznačně doporučuje kombinaci světel pro denní svícení s lehkými senzory automaticky zapínajícími tlumená světla v případech, kdy to vyžadují dopravní (tunely) nebo povětrnostní okolnosti nebo když se přejíždí z jasného světla do šera.

2.3. Současný stav a vývoj mezinárodních předpisů pro osvětlení automobilů

Ve všech oblastech průmyslové činnosti, automobilový průmysl nevyjímaje, platí množství předpisů a regulí, které detailně nařizují a popisují, jak má každá část (součást) automobilu fungovat, jaké jsou na ni kladeny nároky a jak se má zkoušet. Nejinak je tomu i v oblasti týkající se osvětlení automobilu.

Podle rozdělení Evropské hospodářské komise při OSN (zkratka EHK) se předpisy pro automobilové součásti a příslušenství dělí do tří základních skupin:

- součásti pro aktivní bezpečnost,
- součásti pro pasivní bezpečnost,
- součásti pro ochranu životního prostředí.

Většina předpisů týkajících se osvětlení automobilu náleží do skupiny pro aktivní bezpečnost, např.:

- EHK 7 – obrysové, doplňkové obrysové a brzdové světlo,
- EHK 8 – světlomety s žárovkou jinou než H4,
- EHK 19 – přední mlhové světlomety,
- EHK 20 – světlomety s žárovkou H4,
- EHK 38 – zadní mlhovka,
- EHK 48 – jednotná ustanovení pro homologaci vozidel z hlediska montáže zařízení pro osvětlení a světelnou signalizaci.

Jiné předpisy spadají do oblasti pro pasivní bezpečnost, např.:

- EHK 4 – osvětlení zadní poznávací značky.

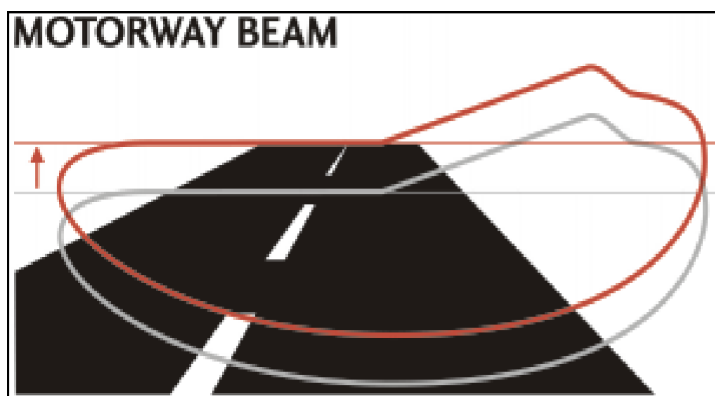
Soustavy předpisů pro automobily a jejich vybavení

Jak již bylo zmíněno v předešlém odstavci, jedním z orgánů, který kompletně a komplexně řeší problematiku předpisů pro automobily a jejich části, je komise EHK při OSN. Předpisy této komise se oficiálně nazývají „Jednotná ustanovení pro homologaci... (a následuje odborný název součásti či příslušenství)“. Ratifikační proces těchto dokumentů začal po roce 1958 (proto jsou také nazývány „Dohoda roku 58“). Do současné doby byly jednotlivé předpisy ratifikovány naprostou většinou evropských států a na některé předpisy přistoupily a přistupují i velké mimoevropské státy – např. Japonsko.

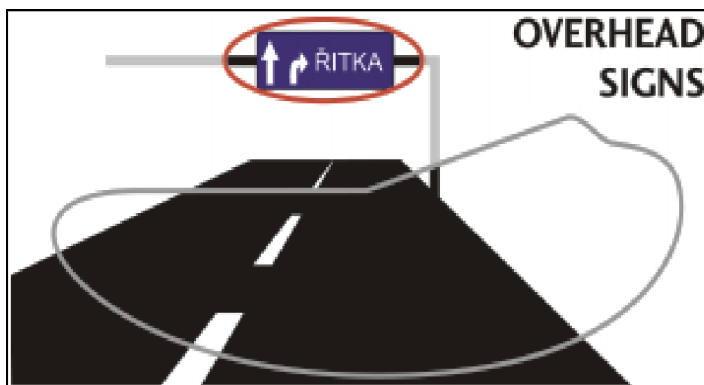
Mimo to existuje i soustava založená na Směrnici Evropské unie (směrnice ES), jež byly a jsou ratifikovány členy Evropského společenství, ale které jsou nyní používány

méně; některé směrnice již byly upraveny pro převod na příslušný předpis EHK.

Ve Spojených státech amerických je oblast osvětlení pro automobily řešena federálním zákonem „Federal motor vehicle safety standard“ (označovaným také FMVSS 108), který se pro jednotlivé světelné funkce může odvolávat na normy Society of Automotive Engineers, Inc. (SAE). Normy SAE však mají jen doporučující charakter. V některých, např. konstrukčních detailech navíc nabízejí i více řešení nebo způsobů řešení.



Obr. 2.5 „Motorway beam“ (Světlo pro jízdu na dálnici) – světelný svazek se posune o 1 % vzhůru pro větší svítící dosah [11].



Obr. 2.6 „Overhead signs“ – přídatná funkce pro osvětlení tabulek a značek nad vozovkou [11].

V Japonsku jsou jednotlivé požadavky na automobilové příslušenství obsaženy v některých člancích (např. Article 41 – směrová světla, Article 32 – světlomety apod.). Pro lepší a efektivnější práci se zmíněnými texty jsou jednotlivé články a paragrafy každoročně vydávány Japonským centrem pro internacionalizaci automobilových norem (zkratka JASIC) v uceleném svazku s charakteristickým modrým obalem, pro nějž se vžilo označení „modrá kniha“ a jehož oficiální název je „Automobile Type Approval Handbook for Japanese Certification“. Japonskou zvláštností v tomto ohledu je, že pro konstrukci

některých světelných funkcí (např. tlumené a dálkové světlo) je možné použít verzi původního japonského národního předpisu i novější verzi, která je ve své podstatě odvozena z předpisů EHK. Zde je třeba poznamenat, že Japonsko přistoupilo k procesu uznávání předpisů EHK, mnoho předpisů již uznalo a že tento proces má být ukončen přibližně v roce 2006.

Pro ostatní větší státy světa obecně platí, že jejich předpisy jsou odvozeny z předpisů EHK (ze směrnic ES) – Austrálie, Nový Zéland a Jihoafrická unie nebo z FMVSS 108 – Kanada.

Proces vytváření a úpravy předpisů

Proces vzniku, korekce či úpravy stávajících předpisů v Evropě je podobný postupu vzniku zákonů. Pro každé důležité příslušenství v automobilu existuje příslušná pracovní skupina expertů (v případě osvětlení automobilu jde o skupinu označovanou GRE), která vyhodnocuje zprávy a doporučení jednotlivých podskupin pro příslušnou oblast:

- pracovní skupina světelných zdrojů,
- pracovní skupina bezpečnostního a vizuálního provedení,
- pracovní skupina pro harmonizaci,
- pracovní skupina pro fotometrii

Po doporučujícím vyjádření GRE se dokument dostane do komise Pracovní skupiny pro konstrukci vozidel – WP.29 a tam nabývá podoby tzv. konečného návrhu. Poté je dokument vyhlášen tajemníkem OSN jako doplněk, oprava či nová verze předpisu a datem vyhlášení taktéž vstupuje v platnost. V jednotlivých skupinách jsou činní experti a odborníci pro příslušný obor. Jsou jmenováni svým mateřským závodem, institucí (ústavem) či státem. Práce v těchto skupinách a komisích je dobrovolná.

Výsledkem aktivity zmíněných skupin může být jedna z těchto možností:

- oprava textu stávajícího předpisu (corrigendum),
- doplnění předpisu o nové požadavky (supplement),
- nová série změn (revision) – v případě podstatné změny ve smyslu předpisu, v požadavcích a měřicích hodnotách,
- vznik zcela nového předpisu – při zavádění zásadní novinky v příslušné oblasti nebo může určitým způsobem slučovat již upravené stávající předpisy. Časový interval

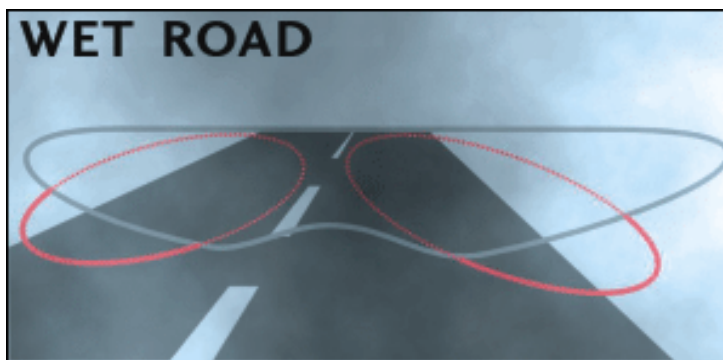
nutný pro vznik dokumentu je variabilní a pohybuje se od několika měsíců v případě opravy (corrigendum) až po několik let v případě vzniku nového předpisu.

Vývoj předpisů pro automobilové osvětlení

Vývoj v oblasti mezinárodních předpisů pro osvětlení automobilů lze rozdělit do dvou hlavních skupin:

- vývoj v technickém směru,
- vývoj v legislativní oblasti.

Vývoj v legislativní oblasti spočívá v harmonizaci stávajících a hlavně nově vzniklých předpisů tak, aby byly uznávány a používány ve všech vyspělých státech světa současně. To by snížilo náklady na vývoj, výrobu a zkoušení produktů, poněvadž výrobci světelné techniky doposud často musí své osvětlovací zařízení přizpůsobovat jak evropským, tak americkým normám. Kromě toho zůstanou v platnosti některé původní předpisy zemí, ale hlavní pole působnosti se bude přesouvat směrem k harmonizovaným předpisům. Takto vejde v platnost např. světlomet s tzv. harmonizovaným tlumeným svazkem nebo harmonizovaný přední mlhový světlomet a rovněž shodné podmínky pro instalaci a umístění jednotlivých funkcí na automobilu (současný EHK 48).

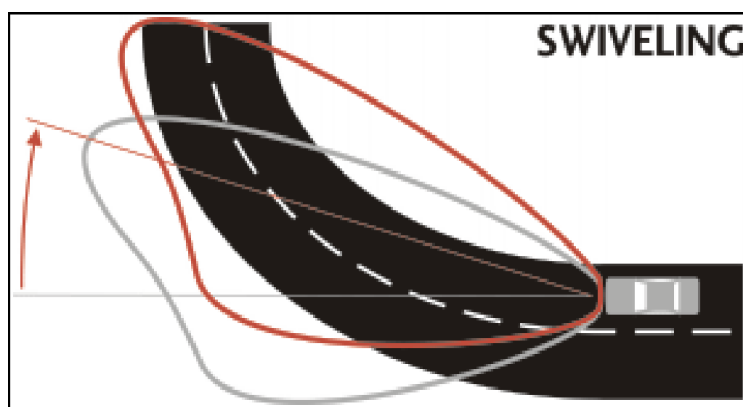


Obr. 2.7 „Wet road“ (světlo do deště) – na mokré vozovce se změní světelný svazek podle schématu pro lepší osvětlení po stranách vozovky [11].

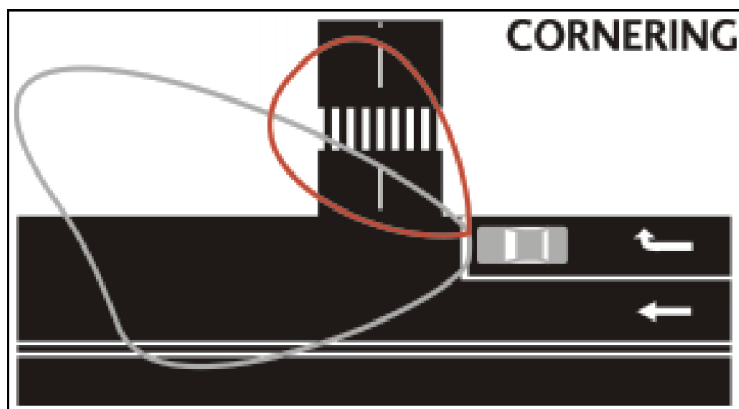
V technické oblasti obecně směřuje vývoj k zavedení pohyblivých a variabilních světelných systémů, které budou schopny měnit svou intenzitu, rozložení a směr svícení v závislosti na počasí, rychlosti vozu, místě nebo dopravní situaci a směru jízdy.

Nejjednodušší systém je s pohyblivým zdrojem a nebo odrážedem; nazývá se „bifunctional system“. S tímto řešením se již lze setkat u vozů luxusnějších značek

vybavených xenonovými výbojkami. Principem jejich funkce je pohyb světelného zdroje vůči reflektoru nebo reflektoru vůči pevnému světelnému zdroji při přepínání tlumeného světla na dálkové a naopak. Stejného výsledku se u světlometů s elipsoidním odrážěčem a projekční čočkou docílí pohybem clony za projekční čočkou. Systém musí být zabezpečen tak, aby se při poruše automaticky vrátil do pozice tlumeného světla. Výhoda tohoto systému spočívá především v úspoře jednoho světelného zdroje (není zapotřebí zdroj dálkového světla a jeho reflektor), v menší zástavbě světlometu a v ušetřeném elektrickém příkonu (celý bifunkční systém má příkon jen cca 35 W).



Obr. 2.8 „Swiveling“ (světlo pro jízdu v zatáčkách) – v závislosti na úhlu pootočení volantu se světelný svazek posune doleva nebo doprava [11].



Obr. 2.9 „Cornering“ (světlo pro odbočování) – po zapnutí směrového světla se aktivuje toto osvětlení a usnadní odbočení [11].

Další velmi zajímavý systém se nazývá „adaptive front lighting system“ (AFS). Jeho princip spočívá v tom, že vozidlo je vybaveno elektronickou řídicí jednotkou, která má za úkol shromažďovat a vyhodnocovat signály od senzorů (senzory vnějšího osvětlení, rychlosti, úhlu natočení volantu, zapnutí směrových světel apod.) a řídit zapínání, vypínání

a natačení (horizontální a vertikální) světelných jednotek uvnitř světlometu. Oproti současnému stavu bude možné s těmito světlomety svítit svazkem tlumeného světla s více modifikacemi: normální jízda (tzv. basic mode); na dálnici bude mírně zvětšeno světelné rozhraní a tím se prodlouží svítící rozsah – obr. 2.5; ve městě se svazek více rozptýlí do stran pro lepší osvětlení cyklistů, chodců a značek – obr. 2.6; za deště a při mokré vozovce se spustí funkce tzv. wet road (mokrý povrch – obr. 2.7) a navíc bude systém schopen osvětlovat zatáčky natočením světlometu v závislosti na úhlu pootočení volantu – obr. 2.8. Podobný systém, ale na zádi vozidla, pod označením „adaptive rear lighting system“ (ARS) bude používán pro osvětlení vozidla zezadu.

Důležitou novinkou pro osvětlování automobilů bude tzv. distributive lighting system (DLS). V systému bude umístěn jeden centrální zdroj a světlo bude vedeno světlovody k jednotlivým funkcím. Tento systém se skládá ze světelného zdroje, světelného modulu, světlovodů a vnější činné optiky. Světlovod pracuje na principu úplného vnitřního odrazu a světelný modul (projektor) má za úkol „sbírat a sdružovat“ světlo emitované zdrojem. Systém bude obsahovat i náhradu (substituting system) za tlumené světlo pro případ, že by nastala porucha ústředního zdroje.

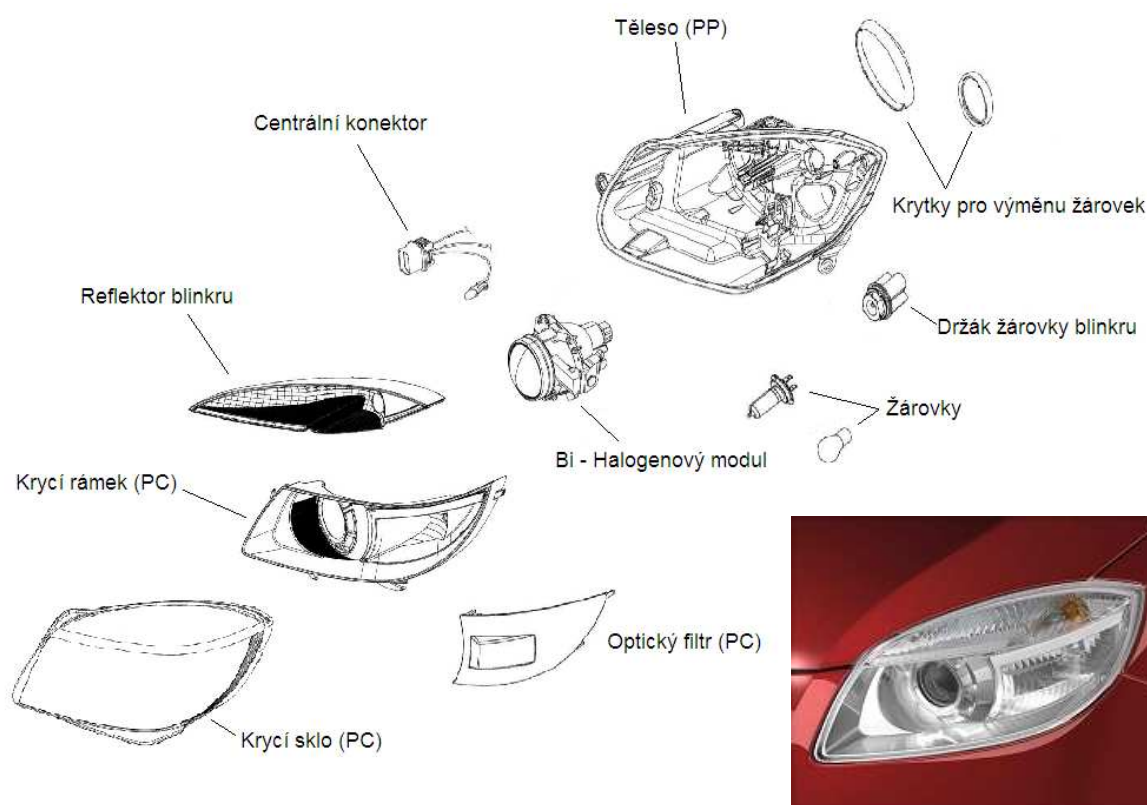
Pro nejvyšší komfort jízdy mohou být tyto systémy ovládány satelitní navigací a přepínat se do jednotlivých funkcí vnějším signálem podle polohy, kde se právě nacházejí a jaká je jejich rychlost.

Vývoj v oblasti osvětlení automobilů se tedy ubírá směrem k složitějším a také dražším systémům, které ovšem spolu se zdokonaleními i v jiných částech a podskupinách automobilů přispějí ke zvýšení komfortu a bezpečnosti cestování, což je vlastně jediná cesta rozvoje současného již tak intenzivního provozu.

3. Používané osvětlovací systémy

3.1. Světlomety – základní uspořádání světlometu

Světloomet je osvětlovací těleso viz. obr.1 (světloomet s optickou soustavou umístěnou v krycím skle), složené ze zdroje světla, optické soustavy a krytu – vnitřní část krytu slouží jako odrazová plocha. Optický systém tvoří odrazová plocha (zrcadlo), clony a čočky a vhodně tvarované krycí sklo, kterým světlo vystupuje z tělesa světlometu.



Obr. 3.1 Základní uspořádání světlometu [6].

Rozložení světla ve výstupním světelném kuželu je dáno právě optickým systémem a umístěním zdroje světla. Konstrukčně musí být světlomety vodotěsné a prachotěsné a jako celek musí být spolehlivě upevněny tak, aby jejich poloha byla na vozidle seřiditelná a za provozu neměnná vlivem dynamických účinků. Světlomety se u motorových vozidel používají pro světla dálková a tlumená, světla do mlhy, světla pro denní svícení a pro některá další pomocná světla (hledáček).

Dálkové světlomety - musí zaručit účinné osvětlení do dálky, přičemž jeho do stran rozptýlené světlo musí dostatečně osvětlovat i okraje vozovky .

Tlumené světlomety - jsou kompromisem dvou zcela protichůdných požadavků, tj. aby řidič dobře viděl, a přitom aby nedocházelo k oslňování řidičů v protisměru. Proto je světelný kužel tlumeného světla skloněn k vozovce a upraven tak, aby směrem k protijedoucímu vozidlu byl účinně omezen.

Světlomety do mlhy – mají za úkol zlepšit osvětlení za mimořádných atmosférických podmínek, tj. v mlze, v hustém dešti, za sněžení či mimořádně prašných podmínkách. Využívá se všech možností zlepšení viditelnosti, tj. umístění světlometu co nejnižší rozložení jejich světla dané optickým systémem a nakonec i volbou spektrálního složení světla. Barva světla je nejméně účinným opatřením a vedle barvy bílé je již povolená a ojediněle se i používá barva žlutá. Světla do mlhy nejsou pro motorová vozidla povinná, pokud jsou však použita, musí být schváleného typu a jejich umístění i zapojení musí odpovídat příslušným předpisům.

Světla pro denní svícení - je termín, který se objevil v zákoně, jenž platí od 1. 7. 2006. V něm je psáno, že vozidlo musí být osvětleno i za dne. Tohle světlo pomůže řidičům hlavně v tom, že má daleko menší příkon, než světla normální.

Pomocná světla – konstrukčně světlomety, jsou používána na vozidlech jako světla pracovní, včetně tzv. hledáčku a případně světla pro couvání, tj. světla zpětná. Zpětná světla mají za úkol dostatečně osvětlovat vozovku při couvání a současně i upozornit ostatní účastníky provozu, že vozidlo couvá. Činnost těchto světel musí být vždy podmíněna zařazením zpětného chodu, aby při jízdě vpřed nemohl být oslňován řidič za vozidlem. Světla pracovní jsou světla používána u užitkových automobilů k osvětlení nástavby při manipulaci s nákladem.

Odrázky - jsou světelná zařízení bez vlastního zdroje světla, aktivovaná osvětlením cizím zdrojem. Jejich umístění na vozidle je povinné, přičemž jejich počet, tvar a fotometrické vlastnosti jednoznačně určuje předpis EHK. Zásadní je rozlišení tvaru odrazek, kde pro přípojná vozidla jsou nařízeny velké odrazky ve tvaru rovnostranného trojúhelníka s vrcholem směrem nahoru a to vždy ve dvojici, souměrně umístěné k podélné rovině souměrnosti vozidla.

3.2. Xenonové světlomety

U xenonových světlometů se můžeme setkat s označením H.I.D, (High Intensity Discharge - vysoce intenzivní výboj).

Hlavním konstrukčním rozdílem mezi halogenovými žárovkami a xenonovými světlomety je, že xenonové výbojky neobsahují vlákno. U xenonových světlometů je světlo vytvářeno elektrickým výbojem mezi dvěma elektrodami, které se nacházejí ve skleněné trubici naplněné xenonovým plynem, rtuť a halogenidovými částicemi. Tato konstrukce má lepší odolnost vůči jízdním otřesům a prodlužuje životnost celé výbojky. Xenonové výbojky na rozdíl od halogenových žárovek tedy nepřestanou svítit okamžitě, ale časem začne klesat intenzita jejich svícení. Napájení samotných výbojek se děje přes speciální elektronický vysokonapěťový měnič (ballast). Ten zajišťuje vysoké napětí pro start výbojek (24 kV) a stabilizované provozní napětí (85 V / 100 Hz).

Palubní napětí některých automobilů má časově miniaturní, ale napěťově dost výrazné výkyvy a právě tyto způsobovaly časté propálení vláken halogenových žárovek. Xenonové světlomety byly obvykle přisuzovány drahým luxusním automobilům. Jejich hlavním znakem je výrazné bílé nebo modré světlo, které je už z dálky lehce identifikovatelné.



Obr. 3.2 Sada na přestavbu z H4 na xenon [9].

Nevýhodou xenonových světlometů je start výbojky za studena. V prvních 3 s výbojka dosahuje svítivosti maximálně na úrovni halogenové žárovky. Plný výkon

dosahuje po cca 10 s. Zároveň častým zapínáním resp. přepínáním se jejich životnost podstatně zkracuje (na cca 800 h). Tyto vlastnosti omezují xenonové výbojky jen pro využití do automobilů, které mají tlumené a dálkové světlo se dvěma jednovláknovými žárovkami a jsou zapojena tak, že po přepnutí na dálková světla zůstávají svítit i světla tlumená. Tento dojem se někteří snaží docílit nainstalováním speciálních barevných halogenových žárovek, které poskytnou světlo s modrým zabarvením, ale ne však efekt používání xenonových výbojek. Ve světlometech vozidel jsou standardně používány 40 - 55 W halogenové žárovky. Jejich nahrazením za výkonnější (100 W) sice získáme vyšší svítivost, současně však víc zatěžujeme alternátor vozidla a celou elektroinstalaci. V elektrickém obvodu světlometů se dvojnásobně zvýší odběr elektrického proudu. V případě, že kabely a konektory (příp.kontakty) spínačů nebyly dostatečně předimenzovány, může docházet k přehřívání, v horším případě až propálení kabelů a spínačů. Po vyhřátí kontaktů dojde k výraznému zvýšení přechodového odporu v obvodu světlometů a tím následně ke snížení svítivosti.



Obr. 3.3 Xenonová výbojka [9].

Navíc při dlouhodobém přetížení obvodu zvýšeným průchodem elektrického proudu se zvyšuje riziko požáru automobilu, aniž by došlo k přetavení pojistky. Zvýšený odběr více zatěžuje alternátor, který mírně, ale přece, snižuje výkon automobilu. Např. nejnovější sportovní automobily při výrazné akceleraci, za účelem zvýšení výkonu, úplně vypínají alternátor a všechnu elektrickou spotřebu uskutečňují pouze z akumulátoru. Xenonový světlomet pro svoji funkčnost vyžaduje jen 35 W, což je méně než originální halogenový světlomet v automobilu. Jejich elektrický odběr nedosahuje ani odběru původních žárovek, tím pádem jim původní elektroinstalace plně postačuje a odběrové nároky na alternátor jsou úměrné jeho konstrukci. Barva světla klasických halogenových žárovek je žlutá, což citelněji unavuje oči než barva denního světla. Xenonové světlomety jsou označeny nejen typem zářivky, který obsahují, ale i číslem udávajícím barvu světla, které zářivky emitují. Např. 6 000 K.

K - kelvin je základní jednotka SI, která definuje teplotu. Nula kelvinů označuje absolutní nulu tj. $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Čím vyšší hodnota, tím bělejší světlo. Tato jednotka se používá mimo jiné i na označení teploty barvy světelného zdroje, i když s běžnou teplotou nemá nic společného. Toto označování se využívá u svítidel, ve výpočetní technice, fotografování a jinde. Mnoho lidí se mylně domnívá, že teplota barvy je určením jasnosti vyzařovaného světla. Není tomu tak.

Ve skutečnosti čím je teplota barvy světla vyšší, tím nižší světelný výstup získáte. Ideálním příkladem je černé světlo. Jeho barevná teplota je přes 14 000 K a má téměř nepoužitelnou svítivost neboli lumenový výstup. Vyšší kelviny (12 000 až 14 000) jsou vyráběny jen pro speciální účely a pro běžného člověka nemají žádné využití. Barva světla je ovšem velice důležitá.



Obr. 3.4 Stupnice teploty barev [9].

Pro člověka je ideální dívat se na své okolí za slunečního světla, resp. osvětlení podobné barevnosti. I kdybyste měli výkonnější osvětlení, ale s nepřirozenou barvou, již po krátké době by Vám to začalo způsobovat potíže při sledování okolí.

Výbojky s barvou světla nad 8000 K nejsou v silničním provozu použitelné, protože barva světla je velmi tmavá, světelný tok je nízký a citlivost lidského oka na tyto barvy světla je velmi malá.

Světelná účinnost udává, kolik světla vyzáří světelný zdroj luménů na jeden watt svého příkonu. Tímto údajem hodnotíme světelnou účinnost každého světelného zdroje. HID H7 4 500 K je v porovnání s klasickou halogenovou žárovkou H7 5,5 krát účinnější světelný zdroj. Světelný tok HID H7 35 W výbojek je rovnásobný v porovnání s klasickými 55 W žárovkami. Provozní teplota HID je o 50 – 150 $^{\circ}\text{C}$ nižší než provozní teplota klasických halogenů. Proto xenonová výbojka v tělese světla nezpůsobuje žádné škody. Životnost xenonové výbojky je od 2 500 do 3 200 h. To je zhruba 5 až 8 násobek životnosti klasických halogenových žárovek. Životností se tady rozumí doba, kdy svítivost výbojek dosahuje alespoň 80 % svítivosti nové výbojky. V praxi

to znamená, že i po uvedené době bude xenonové světlo svítit, ale již méně intenzivně.

Příklady druhů barvy světla:

1700 K: plamen sirky

2000 K: západ letního slunce

2800 K: klasická žárovka

3200 K: halogenová žárovka automobilu

3400 K: ateliérová a fotografická světla

4100 K: měsíční světlo

5000 K: denní světlo

5770 K: sluneční světlo

6000 K: xenonová výbojka

7500 K: zatažená obloha

8000 K: bleděmodré světlo

9300 K: TV obrazovka (analogová)

Nevýhodou xenonových světel je start výbojky za studena. V prvních 3 sekundách výbojka dosahuje svítivosti maximálně na úrovni halogenové žárovky. Plný výkon dosahuje po cca 10 sekundách. Tento fakt omezuje xenony pro využití do dálkových světel.



Obr. 3.5 Porovnání světlometů halogenových a xenonových [9].

Častým zapínáním resp. blikáním se jejich životnost zkracuje (na cca 800 h). Xenonové světlomety mají v porovnání k halogenovým světlometům vyšší světelný tok

se specificky přizpůsobeným rozdělením svítivosti. Tím jsou lépe viditelné okraje vozovky. V obtížných jízdních situacích a při špatném počasí je podstatně zlepšená jak viditelnost, tak i orientace. Tyto světlomety se kombinují s automatickou regulací vertikálního sklonu světlometů a čisticím zařízením světlometů, které společně zaručují optimální využití dalekého dosvitu.

První dojem z jízdy s xenonovými světlomety jsou rozpoznatelné proti halogenovým světlometům. Všude kolem je doširoka vidět. Světlo je čiré a vše před automobilem je výborně osvětlené. Srovnání jednoznačně ukázalo, že xenonové světlomety mají svoje opodstatnění a budoucnost. Po více než hodinové noční jízdě jsem jako řidič nepociťoval žádnou únavu očí, bylo to téměř srovnatelné s jízdou přes den. I když xenonové výbojky disponují odolnější a kvalitnější konstrukcí, i ony mají svoji omezenou životnost.

Výbojka však svým postupným snižováním intenzity upozorní na nutnost její výměny a nemůže tedy zaskočit řidiče náhlým ukončením činnosti. Při zohlednění životnosti halogenových a xenonových světlometů v dlouhodobějším měřítku není cenový rozdíl tak velký. Rozhodnete-li se svoje auto vybavit xenonovými světlomety, ezapomínejte být tolerantní k ostatním účastníkům silničního provozu a při rozdílném zatížení auta je potřeba adekvátně upravit sklon světlometů, abyste nikoho neoslňovali. [9]

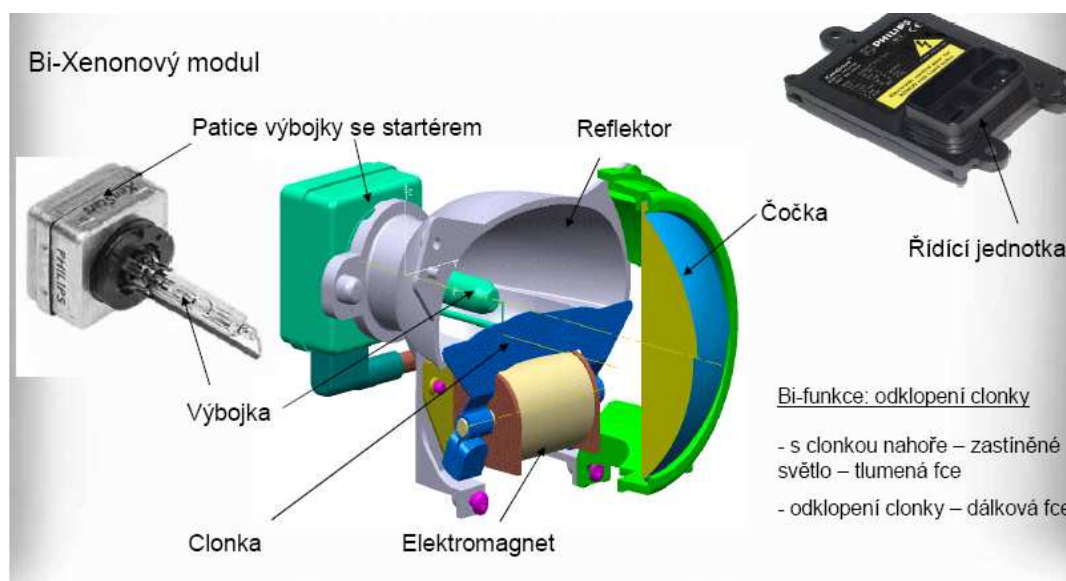
3.3. Bi – xenonové světlomety

Stěžejním prvkem adaptivních světlometů AFL příští generace jsou horizontálně i vertikálně natáčetelné bi - xenonové moduly s pohyblivými částmi reflektorů, variabilními filtry a clonami umístěnými do cesty světelného paprsku. Krokové elektromotorky dokážou ve zlomku sekundy změnit nastavení všech těchto elementů tak, aby osvětlení vždy optimálně odpovídalo aktuální jízdní situaci.

Ovládací členy dostávají pokyny z řídicího procesoru prostřednictvím vysokorychlostních datových sítí vozu. Řídicí jednotka přitom neustále vyhodnocuje informace z řady čidel, především ze senzorů snímajících rychlost jízdy, úhel natočení předních kol, naklánění karosérie, zatížení vozu a úroveň okolního osvětlení.

V roce 1997 vyvinula firma Hella světlomet pod označením Bi - xenon, který umožňuje sloučení obou světél do jednoho světlometu a tím i využití výhod xenonové výbojky pro oba druhy světél. Pro dosažení požadovaného rozdělení světelného toku pro oba druhy osvětlení je zdroj světla, xenonová výbojka, mechanicky

posouván do dvou poloh, vzdálených od sebe pouze několik mm. Předepsanou hranici světla a stínu u tlumeného světla vytváří stínění na výbojce.



Obr. 3.6 Bi-xenonové světlomety AFL [6].

Tento systém se nazývá odrazový. Bi - xenonový projekční světlomet má naopak výbojku zabudovanou pevně, pohyblivá je clona, která tlumené a dálkové světlo tvaruje. Pohyb clony trvá několik desetin sekundy a může být využit i jako světelná houkačka. Projekční světlomety mají i tu výhodu, že mají malou čelní plochu a tím se lépe začleňují do karoserie automobilu.

Výhoda všech bi - xenonových světlometů je mimořádně intenzivní a široce rozptýlené dálkové světlo, které je stejné barvy jako tlumené světlo při nízké spotřebě elektrické energie. [6]

Bi-xenonové světlomety se ve střední třídě montují za příplatek, což činí u vozidel Citroën 40 000 Kč u modelů C6 a Croser je tato výbava již v základní verzi (ale pořizovací cena těchto modelů začíná na ceně 1 100 000 Kč) u tzv. městských modelů C1, C2 a C3 se tato výbava vůbec nedodává.

Vozidla značky Peugeot. Tento příplatek je ve výši 18 000 Kč. Příplatek je u všech modelů bez rozdílu třídy, ale u modelů 107, 1007, 207, 307 se xenonové ani bi-xenonové světlomety nedodávají.

U vozidel značky Opel, je možno si pořídit příplatkové světlomety (Xenonové) již u městských modelů jako je Corsa za částku 11 000 Kč a za stejnou sumu také u modelů Mevia. U Astry máme na výběr z xenonových světlometů za částku

20 000 Kč a bi-xenonových světlometů za 32 000 Kč. Model Vectra: xenonové světlomety za 21 000 Kč, bi – xenonové světlomety za 34 000 Kč.



halogen

xenon

Obr. 3.7 Porovnání světlometů halogenových a bi-xenonových [6].

Žádná z výše uvedených společností nedodává příplatkové světlomety na užitkové automobily a dodávky. Na jednu stranu toto hledisko chápů, že se snaží cenu snížit na co nejnižší hranici, ale na druhou stranu si myslím, že je to škoda, že si k užitkovému automobilu nemohu zvolit kvalitnější světlomety. Neměla by to být jen výsada osobních automobilů.

3.4. Samočinná regulace dosahu světlometů

U vozidel vybavených xenonovými světlomety se regulace sklonu světlometů provádí samočinně pomocí systému automatické regulace sklonu světlometů. Pro automobily, v jejichž světlometech se používají výbojky, je použití automatické regulace sklonu světlometů předepsáno zákonem.

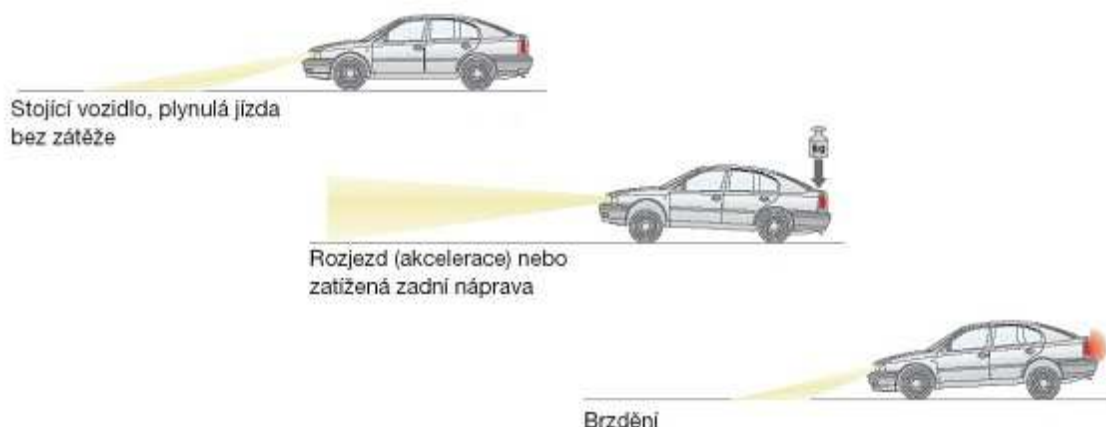
U vozidel s halogenovými světlomety se nastavování sklonu světlometů provádí ručně, zpravidla otočným voličem umístěným na přístrojové desce (hydromechanická), nebo pomocí elektronických servo-motorků (elektromechanická), které jsou pevně spojeny se světlometem a ovládány ručně z přístrojové desky. Nejstarší systém je plně mechanický (mechanická), kdy přímo mezi tělesem světlometu a karoserií vozidla je seřizovací šroub a po mechanickém pootočení se sníží nebo zvýší výška osvětlení vozovky, nevýhodou tohoto systému je, že řidič musí pro změnu dosvitu světlometů vystoupit z vozidla otevřít kapotu a pootočit seřizovacím šroubem. Vozidla vybavená světlomety s xenonovými výbojkami musí mít automatickou regulaci sklonu světlometů a ostřikovače světlometů. Použití těchto dvou podpůrných systémů je předepsáno

zákonem. Automatická (dynamická) regulace sklonu světlometů a ostřikovač světlometů má zabránit oslňování ostatních účastníků silničního provozu.

Xenonové výbojky vytvářejí téměř bílé světlo o zhruba 2,5 krát větší intenzitě než halogenové žárovky. Z těchto důvodů systém automatické regulace sklonu světlometů koriguje dosvit světelného kuželu během jízdy. Ostřikovače světlometů udržují čelní plochu světlometu čistou, aby nedocházelo k úniku světelných paprsků ze světelného kužele. Tyto paprsky mohou oslňovat nejen ostatní účastníky silničního provozu, ale za špatných povětrnostních podmínek mohou způsobovat sebeoslňení.

Princip

Brzdící a akcelerující automobil má jiný sklon, dochází k tzv. houpání kolem příčné osy automobilu. Společně s karoserií se naklánějí i světlometry. Aby tedy nedocházelo ke změnám dosvitu světlometů vlivem houpání vozu jsou tělesa světlometu vybavena krokovým motorem.

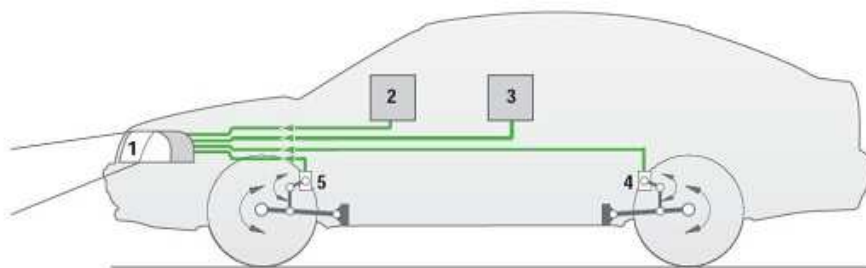


Obr. 3.8 Změny dosvitu u vozidel s ruční regulací sklonu světlometů [6]

Nastavení sklonu světlometů pracuje na základě údajů ze dvou snímačů. Jeden je umístěn na přední nápravě a druhý na zadní vozidla. Po zapnutí světlometů se paraboly světlometů nejprve sklopí do nejnižší polohy, potom zaujmou polohu určenou zatížením náprav. Systém reaguje i u stojícího vozidla, např. při nastoupení osob nebo vyložení nákladu.

Výpočty pro nastavení sklonu světlometů se provádějí pouze v jednom světlometu (master), do druhého (slave) je informace předána kabelem elektroinstalace. Signály jsou vyhodnocovány i během jízdy a z došlých informací je neustále vypočítávána průměrná

hodnota. Tato hodnota je ukládána v paměti. Pokud by došlo k poruše části systému nebo výpadku spojení, paraboly světlometů se nastaví do tzv. „bezpečnostní polohy“. Bezpečnostní poloha se vypočítá právě z průběžně ukládaných hodnot v paměti.



Obr. 3.9 Schéma automobilů s automatickou regulací sklonu světlometů [6]

- 1 – světlomet, krokový motor, zapalovací modul a řídicí jednotka xenonových světlometů
- 2 – řídicí jednotka ABS (získání informací o rychlosti automobilu)
- 3 – řídicí jednotka panelu přístrojů
- 4 – snímač zatížení zadní náprav
- 5 – snímač zatížení přední nápravy

3.5. Světlené diody LED (Light Emitting Diode)

Polovodičové LED diody se vyznačují velmi krátkou reakční dobou (dobou potřebnou pro plné rozzáření), a proto se jich využívá v konstrukci brzdových světel. Reakční doba LED brzdových světel činí asi jen 50 ms, tedy výrazně méně než činí reakční doba konvenčních žárovek, takže vzadu jedoucí řidiči jsou rychleji varováni. To snižuje riziko vzájemné kolize. Adaptivní brzdová světla v BMW X6 svítí při brzdění jako normální brzdová světla jako u každého jiného auta, při nouzovém brzdění však brzdová světla několikrát za sekundu zablikají a důrazněji tak varují vozy jedoucí za Vámi na prudkou změnu rychlosti vyšší jízdy. Další zvýšení bezpečnosti v situacích, kdy rozhodují sekundy.

Barevné LED diody se nejen využívají v zadních koncových svítilnách a jako přední parkovací světla, ale i jako plnohodnotné čelní osvětlení automobilu. Prvním vozem na světě s čelními reflektory typu LED je model Cadillac Escalade Platinum. Reflektory osazené LED firmy OSRAM zvládají veškeré funkce čelních reflektorů dodávané firmou Hella – potkávací i dálková světla, provozní denní osvětlení, parkovací světla i směrová světla.

Společnost Hella KGaA Hueck&Co, která udává směr v oblasti technologií na poli

automobilového osvětlení, vybavila nové čelní reflektory světelnými diodami v typickém vertikálním stylu charakteristickém pro Cadillac. Výrobce čelních reflektorů se rozhodl pro světelné zdroje LED společnosti OSRAM Opto Semiconductors. Každý reflektor obsahuje sedm LED OSTAR – pět pro potkávací světla a dvě pro dálková světla. Parkovací osvětlení je zajištěno ztlumením potkávacích světel. Proto není zapotřebí dalšího zdroje světla. Toto inteligentní řešení je možné pouze díky technologii LED. Každý čelní reflektor má také parkovací osvětlení s bílými LED typu Advanced Power TopLED a směrová světla se žlutými Power TopLED.

Pro více než 30 let, LED byly používány v různých průmyslových aplikacích od měřicích přístrojů, u spotřebního zboží, jako jsou HiFi-zařízení, telefony či osobní počítače, na zařízení dopravní signalizace pro silniční a železniční nebo ve vnitřních i venkovních automobilového osvětlení. V posledních několika letech se účinnost barevných LED zvýšila až na 100 lm / W v závislosti na barvě a jízdních podmínkách. Je to trend budoucnosti. LED OSTAR do čelních reflektorů byl vyvinut tak, aby vyhovoval nárokům výrobce čelních světel Hella. Patří k těm nejvýkonnějším LED v automobilovém průmyslu. Díky teplotě chromatičnosti 5500 Kelvinů, což je mnohem více než 4000 Kelvinů xenonového světla, vytvářejí tyto drobné světelné zdroje světlo budící stejný dojem jako světlo denní. Typ OSTAR je mimořádně robustní a snese okolní teploty od -40 °C až do +125 °C. Vynikající výkony bude podávat i v blízkosti vysokovýkonného motoru. Jejich předností je nízká spotřeba elektrické energie a několikanásobná životnost oproti klasickým žárovkám. Dalšími přednostmi jsou jasnější světlo a rychlejší nástup světelného toku. Klasické halogenové nebo xenonové světlomety nahradí v příštích letech bílé LED diody, které nabídnou designérům nové možnosti. Nové LED světlomety jsou menší a účinnější, jejichž světlo je podobné xenonovým výbojkám, ale spotřebují méně energie a mají delší životnost.

Bílé diody mají ve výsledku nabídnout lepší účinnost než xenonové výbojky, prototypy však zatím takové výsledky nemají. Se spuštěním sériové výroby však tento nedostatek bude podle výrobce zcela odstraněn. Světlomet, který se představil ve Frankfurtu, vyvinula Hella společně s japonskou firmou Stanley. Vůbec poprvé se v něm uplatnila technika takzvané "světelné záclony", reflektor umí také natočit světlo do zatáčky, aniž by k tomu potřeboval jediný mechanický díl. [4]

3.6 Halogenové projekční světlomety

Projekční halogenové světlomety představují technologii používanou u předních světel osobních automobilů.

Princip

Projekční halogenový světlomet je světlomet využívající pro rozptýl světla místo klasické „paraboly“ projekční čočky. Podobné projekční čočky využívají xenonové světlomety. Výhodou tohoto řešení je vysoký výkon světlometů a jejich zástavbová nenáročnost. Světlomety používají standardní halogenové žárovky H7 a proto mají, ve srovnání s xenonovými světly, nižší cenu.



Obr. 3.10 Projekční světlomet H7 [8].

3.7 Vysoce svítivé zdroje světla

Ideální žárovky pro řidiče, kteří chtějí více světla a jezdit bezpečněji. Díky nově vyvinuté vysoce výkonné spirále a modrému vrstvení nabízejí žárovky do světlometů řady NIGHT BREAKER nabízejí až o 90% více světla na silnici a o 10% bělejší světlo ve srovnání s běžnými žárovkami. Prodloužený kužel světla mnohem dříve upozorní řidiče o nebezpečí nebo překážce a tím se prodlouží čas na reakci řidiče, který může zachránit život! Bělejší světlo žárovek NIGHT BREAKER zvyšuje komfort za jízdy, snižuje nebezpečí únavy. Kromě toho má patentované modré vrstvení prstence vliv na snížení možnosti vlastního oslnění. Čistě zaostřený světelný paprsek směřuje světlo přesně tam, kam je třeba. Díky jedinečnému designu žárovek NIGHT BREAKER vypadají světlomety lépe. Typický stříbrný vrchlík (H4, H7, H11) a modré vrstvení prstence přispívají

k markantní optice. Žárovky řady NIGHT BREAKER mohou samozřejmě snadno nahradit odpovídající halogenové žárovky a jsou v Evropě povoleny bez omezení pro veřejnou silniční dopravu.

Další zvýšení bezpečnosti dosáhneme s řadou žárovek LIGHT@DAY pro všechna světla v automobilu. Při jízdě se světly ve dne se nerozsvítí jen přední tlumená světla, ale také všechna ostatní světla na autě (zadní světla, osvětlení poznávací značky apod.) Z tohoto důvodu byly vyvinuty kromě žárovek do světlometů také do dalších světel žárovky s prodlouženou životností.

Při použití žárovek do světlometů řady LIGHT@DAY, se doporučuje použít i do ostatních světel žárovky řady LIGHT@DAY. Tím je auto bezpečnější a vynaložené náklady se sníží – právě v případě malých zdrojů světla.

Stále pokračuje trend bezpečnějších automobilů – zvláště když jde o osvětlení. Aby mohla plnit stále stoupající nároky řidičů, vyvinula firma OSRAM autožárovky SILVERSTAR.

Díky speciální technologii osvětí OSRAM SILVERSTAR – podle typu světlometů – silnici v nejdůležitějším prostoru 50 až 75 metrů před autem až o 50% jasněji než standardní halogenové žárovky. Až o 20 metrů delší kužel světla kromě toho nabízí ještě více světla. Tak jsou lépe vidět nejen překážky a nebezpečí, ale i značky a označení.

Kromě tohoto výrazného zvýšení výkonu se uplatní i design: autožárovky OSRAM H4 a H7 SILVERSTAR jsou opatřeny stříbrným vrchlíkem, a tím opticky splynou s pozadím reflektoru. Tento efekt si díky promyšlené technologii zachovají po celou dobu životnosti. Proto jsou žárovky OSRAM SILVERSTAR vhodné speciálně pro moderní světlomety s čirou optikou. Ideální automobilová žárovka pro řidiče, kterým nezáleží jen na vyšší bezpečnosti, ale i na vyšší estetice.



Obr. 3.11 Koncepte žárovek Cool Blue [12].

Jiný typ žárovky, které přispívají ke zvýšení viditelnosti automobilu, ale využívají také modrobílého světla, které je šetrné k očím řidiče. Je to řada žárovek COOL BLUE.

Protože svítí až o 20% více, dává nápadné namodralé světlo více bezpečí a nabízí uvolněnou atmosféru za jízdy. Výrobky série COOL BLUE je možné bez problémů nainstalovat a v rámci Evropy jsou bez omezení povoleny. Zřídka se stává, že módní trend tak pozitivně působí na bezpečnost silničního provozu. [12]

- moderní světlo modrobílé světlo (až k 4000 K, podobné xenonovým výbojkám)
- až o 20% více světla ve srovnání se standardními žárovkami
- optimalizovaný design se stříbrným vrchlíkem (H7/H4), ideální pro použití v čirých světlometech
- splňuje přísné požadavky na kvalitu německých výrobců automobilů.

3.8. Natáčecí světlomety AFL

Osvětlení automobilů přibírá další funkce, které zlepšují výhled řidiče a zvyšují tak bezpečnost jízdy. Klíčovým prvkem jsou multifunkční natáčecí světlomety. Cílem je připravit takové osvětlení, které zlepší výhled řidiče, což se projeví ve vyšší bezpečnosti jízdy i v cestovním komfortu. Konstrukteři nových světelných systémů automobilů se zároveň optimálním způsobem vyrovnávají s faktem, že lidský zrak se s věkem zhoršuje (zhruba od 45 let věku se zhoršuje především zraková ostrost za zhoršených světelných podmínek).

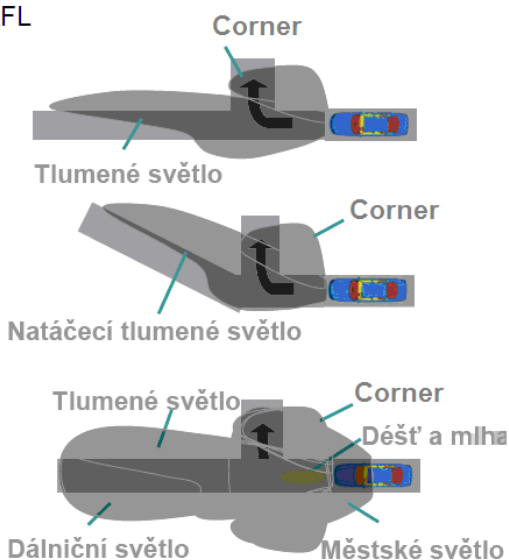
Adaptive Frontlighting System - AFL

AFL rozdělení a funkce

AFL I

AFL II

AFL III



Obr. 3.13 Natáčecí světlomety AFL [14].

Opel se v roce 2003 stal prvním producentem automobilů, který do střední automobilové třídy dodal natáčecí světlomety AFL (Adaptive Forward Lighting) a do boků zářící světla pro změnu směru jízdy. Modely Vectra a Signum nabízejí bi-xenonové světlomety s oběma těmito funkcemi, tedy s natáčením do zatáček a osvětlováním bočních prostorů v prudkých zatáčkách a při změně směru jízdy. Nová Astra byla vybavena adaptivními bi-xenonovými světlomety AFL, které se natáčejí spolu s řízením a přizpůsobují svoji charakteristiku při jízdách po dálnicích. Jako první automobil s natáčecími světlomety byl Citroën DS. [14]

Technologie AFL. Specialisté Mezinárodního technického a vývojového centra ITDC automobilky Opel v Rüsselsheimu v současné době pracují na adaptivních světlometech AFL nové generace. Značka tím znovu potvrzuje průkopnickou roli ve vývoji moderních osvětlovacích systémů. Světlomety nové generace mění své charakteristiky podle toho, zda vůz jede po běžných silnicích, po dálnici, ve městě a přizpůsobují se i aktuálním klimatickým podmínkám. Právě tuto přizpůsobivost budou po automobilových světlometech vyžadovat zákonné normy, které začnou v Evropě platit od roku 2009. Již letos uskutečnily na zkušebním okruhu automobilky v německém Dudenhofenu specialisté centra ITDC první praktické testy těchto nových modelů světlometů. [15]

Vysoká adaptabilita. Světlomety AFL přizpůsobují svoji činnost a charakteristiky aktuálním jízdám a světelným podmínkám.

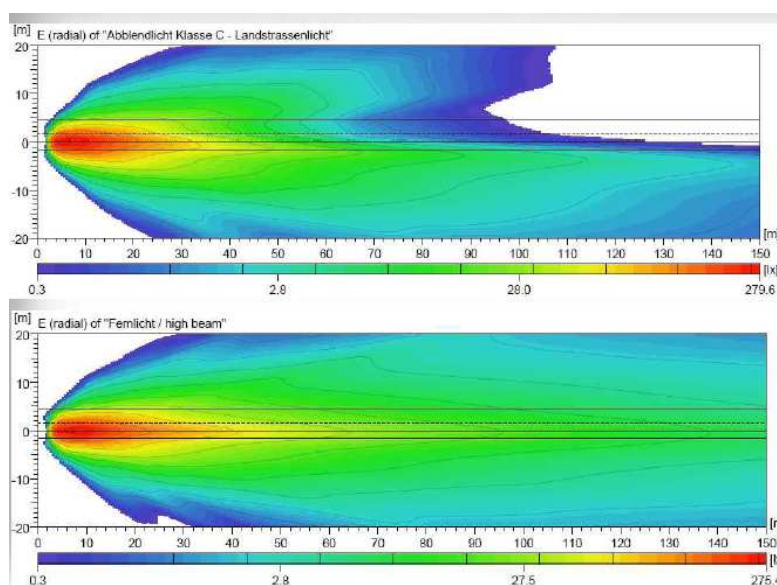


Obr. 3.15 Přizpůsobivé čelní osvětlení (Adaptive Front lighting Systém - AFL) [14]

Když vozidlo jede rychle v přímém směru, například po dálnici, je nutné, aby světelný paprsek osvětloval vozovku dále před vozem. Naproti tomu zcela jiné podmínky klade na světlometry městský provoz zde se nachází největší nebezpečí v neosvětlených prostorách ležících bokem ke směru jízdy, a proto moderní světlometry musí tato "slepá" místa co nejintenzivněji eliminovat. Temná místa výrazně lépe osvětlují moderní adaptivní světlometry AFL, které se natáčí spolu s řízením.

Vývojoví specialisté předpokládají, že všechny tyto funkce budou moderní světlometry AFL zvládat ještě lépe po propojení se satelitními navigačními systémy - osvětlovací systémy budou díky tomu moci ještě rychleji reagovat na blížící se zatáčky nebo klesán či stoupání silnice. [14]

Variabilní intenzita světla. Moderní světlometry se budou přizpůsobovat i počasí, třeba jízdě za deště, sněžení nebo v mlze. Za těchto situací je řidič často nepříjemně rušen odrazy od lesklého povrchu vozovky. Světlometry příští generace proto sníží cíleně intenzitu osvětlení centrální části silnice před automobilem a naopak zvýší intenzitu dvou postranních světelných kuželů, které osvětlují ve střední vzdálenosti okrajové sekce vozovky.



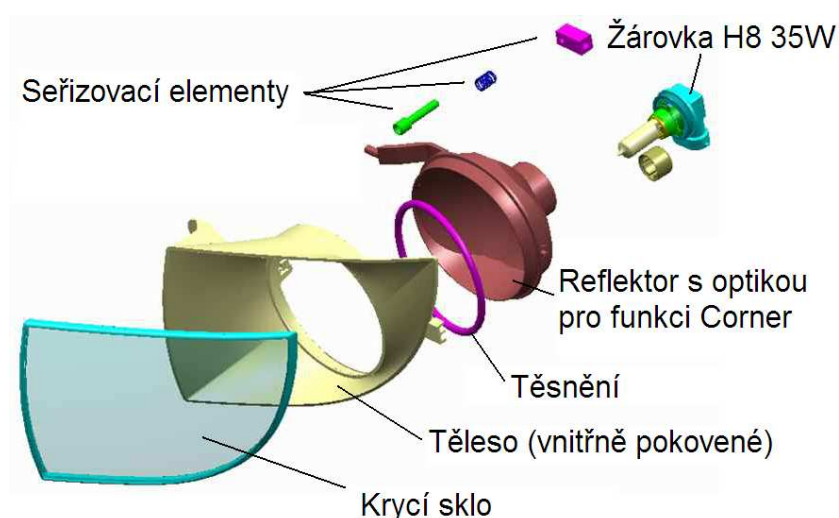
Obr. 3.16 Rozvržení světla na vozovce Bi-xenonové světlometry AFL [14]

(horní obr. tlumené světlo, spodní dálkové světlo).

Vývojoví specialisté automobilky Opel se snaží, aby řidič měl za každého počasí co nejlépe osvětlenou silnici, ale zároveň aby v žádném případě nedocházelo k oslňování protijedoucích automobilů. [14]

Světelná technologie. Adaptivní světlomety - výhled řidiče při jízdě v noci zatáčkou s vozem s xenonovými světlomety, které se natáčí spolu s řízením, je téměř stejný, jako při jízdě za denního světla. Tento závěr vznikl na základě rozsáhlého výzkumu, kterého se zúčastnilo více než padesát řidičů - od osmnáctiletých čerstvých držitelů řidičských průkazů, přes profesionální řidiče, až po seniory ve věku 68 let. Citlivé infrakamery sledující mj. pohyby očí prokázaly, že při jízdě zatáčkou v noci ve voze s adaptivními xenonovými světlomety má řidič výhled do vzdálenosti asi 36 m, což je téměř stejně, jako 38 m za normálního denního světla. Ovšem ve voze s natáčecími halogenovými světlomety má řidič výhled pouze do vzdálenosti 27 m a ve voze s pevně fixovanými halogenovými světlomety, potom jen 24 m. [14]

Světlomety se natáčí při jízdě s dálkovými i tlumenými světly a reagují také podle rychlosti jízdy. Díky systému natáčení je vozovka osvětlena až o 90 % lépe než v případě vozu s pevně fixovanými světlomety. To má samozřejmě zásadní vliv na bezpečnost jízdy a kromě toho systém AFL zlepšuje i jízdní komfort a zpřjemňuje řízení vozu - díky lepšímu osvětlení cesty může řidič dříve reagovat na aktuální situaci.



Obr. 3.17 Rozpad mlhového světlometu s funkcí Corner [14].

Adaptivní světlomety se natáčí nejenom do stran, ale za určitých okolností se mění i úhel jejich paprsku ve vertikální rovině. Překročí-li rychlost vozidla hranici 115 km / h, zvedne se automaticky světelný paprsek tlumených světlometů, což zlepší výhled řidiče. Automatický regulační systém, který je standardní součástí světlometů AFL, přitom zabraňuje při tomto tzv. dálničním osvětlení oslnění protijedoucích řidičů - regulační zařízení totiž eliminuje vliv pohybů karosérie (například při akceleraci nebo brzdění)

na výšku světelného paprsku. Světlomety jsou tedy stále nastavené tak, aby neoslňovaly protijedoucí vozy. [14]

Díky tomuto systému má řidič dokonale osvětlenou nejenom silnici před vozem, ale vidí dobře i do míst, kam hodlá odbočit. Může tedy včas zareagovat na případné nečekané překážky, což by mu neumožnily pevně fixované světlomety, které nedokážou ozářit temná místa ležící kolmo ke směru jízdy. Z bezpečnostních důvodů se odbočovací světlomety aktivují pouze při jízdě rychlostí do 40 km / hod., nemohou se tedy rozsvítit například při rychlé jízdě po dálnici, kde by jejich aktivace mohla být příčinou kolizní situace.

Adaptivní světlomety AFL přizpůsobují svou činnost a charakteristiky aktuálním jízdním podmínkám a světelným podmínkám. Když vůz jede rychle v přímém směru, například po dálnici, je nutné, aby světelný paprsek osvětloval vozovku dále před vozem. Proti tomu zcela jiné podmínky klade na světlomety městský provoz – největší nebezpečí v neosvětlených prostorách ležících kolmo ke směru jízdy a proto moderní světlomety musí tato „slepá“ místa co nejintenzivněji eliminovat. Temná místa prudkých zákrut, zcela běžných na většině okresních silnic, výrazně lépe osvětlují moderní adaptivní světlomety AFL, které se natáčí spolu s řízením.



Obr. 3.18 Porovnání osvětlení vozovky a okolí v zatáčce [14]

(horní obr. klasický systém, spodní s pomocným světlometem ATL).

Moderní světlomety se budou přizpůsobovat i počasí, třeba jízdě za deště, sněžení nebo v mlze. Za těchto situací je řidič často nepříjemně rušen odrazy světlometů

od lesklého povrchu vozovky. Světlomety příští generace proto sníží cíleně intenzitu osvětlení, centrální části silnice před autem a naopak zvýší intenzitu dvou postranních světelných kuželů, které osvětlují ve střední vzdálenosti okrajové sekce vozovky. Vývojoví specialisté automobilky Opel se snaží, aby řidič měl za každého počasí co nejlépe osvětlenou vozovku, ale zároveň aby v žádném případě nedocházelo k oslňování protijedoucích automobilů.

„Adaptivní světlomety AFL příští generace musí vyhovět všem požadavkům na aerodynamiku, styling a musí vyhovět i rozměrovým požadavkům designerů,“ vyjmenovává priority expertů, pracujících na vývoji nových světelných systémů, Ingolf Schneider, vedoucí oddělení přípravy osvětlovacích technologií centra ITDC. „Musíme dokázat integrovat nové funkce do světlometů co nejmenších rozměrů. Proto jdeme cestou propojování některých světelných funkcí do určitých skupin. A kromě toho se samozřejmě snažíme, aby cena budoucích natáčecích multifunkčních světlometů byla zhruba stejná, jako je cena současných adaptivních světlometů AFL.“

Stěžejním prvkem adaptivních světlometů AFL příští generace jsou horizontálně i vertikálně natáčecí Bi-Xenonové světlomety s pohyblivými částmi reflektorů a variabilními filtry a clonami umístěnými do cesty světelného paprsku. Krokové elektromotorky dokážou ve zlomku sekundy změnit nastavení všech těchto elementů tak, aby osvětlení vždy optimálně odpovídalo aktuální jízdní situaci. Ovládací členy dostávají pokyny z řídicího procesoru prostřednictvím vysokorychlostních datových sítí vozu. Řídicí jednotka přitom neustále vyhodnocuje informace z řady čidel, především ze senzorů sledujících rychlost jízdy, úhel natočení předních kol, naklánění karoserie, zatížení vozu a úroveň okolního osvětlení.

O tom, jaký je marketingový potenciál hi-tech osvětlovacích systémů, nejlépe vypovídá poptávka po adaptivních světlometech AFL současné generace. V roce 2004 28 procent z německých zákazníků, kteří si koupili model Opel Signum, si ke svému vozu objednalo rovněž na přání dodávané adaptivní světlomety. Do modelů Astra si světlomety AFL nechalo zamontovat 8 procent zákazníků.

3.9. Další zařízení zvyšující bezpečnost

Automatická aktivace světel ALC (Automatic Lighting Control)

Systém automatické aktivace světel ALC zapne nebo popř. vypne tlumené světlomety v závislosti na intenzitě okolního světla. Tu měří dva senzory v čelním skle. Jedno čidlo hodnotí okolní světlené podmínky, druhé je zaměřené přímo na kvalitu osvětlení přímo ve směru jízdy vozu. Díky tomu systém rozpozná i momenty, kdy vůz jede tunelem. Pokud oba senzory zaregistrují malou intenzitu světla (např. při jízdě tunelem) aktivují se tlumená světla. Pokud potom dopředu zacílený senzor vyhodnotí dostatek světla, ale druhý senzor registruje v okolí vozu stále málo světla (vůz se blíží ke konci tunelu) zůstávají tlumená světla zapnutá. Pokud oba senzory vyhodnotí dostatečnou intenzitu okolního světla, tlumená světla s malým časovým odstupem zhasnou. Jestliže dopředu zacílený senzor hlásí světlo a druhé prostorové čidlo registruje málo okolního světla (např. krátký podjezd) světla zůstanou vypnutá.

Elektrochromatická zpětná zrcátka

Zpětná zrcátka s elektrochromatickou úpravou chrání oči řidiče před oslněním světly vzadu jedoucích vozů. Modely Opel Vectra a Signum mohou mít elektrochromatické interiérové zpětné zrcátko i vnější zpětné zrcátko na straně řidiče, Astra může mít pouze interiérové zpětné zrcátko s elektrochromatickou úpravou.

Funkce „Doprovod“ mě domů (Follow-me-home)

Je-li vůz vybaven světelnými funkcemi „Doprovod“ mě domů (Follow-me-home), zůstávají světla zapnuta ještě po 30 sekund po zaparkování a uzamčení vozu a osvětlují posádce cestu k domovním dveřím.

Uvítací světlo (Welcome light)

Po odemčení vozu se pomalu rozzáří interiérové osvětlení, které se znovu ztlumí zhruba po asi deseti sekundách, zatímco osvětlení přístrojového štítu a středové konzole zůstává aktivováno. Barevný informační displej se automaticky přepíná do režimu den/noc, takže za každých světelných podmínek zaručuje optimální čitelnost zobrazovaných údajů.

3.10. Zvýšení palubního napětí v automobilech

Vzhledem k některým výše uvedeným spotřebičům (např. xenonové světlomety) se v blízké budoucnosti uvažuje o zvýšení palubního napětí z 12 V na 60 V až 80 V. Problém je v tom, že při přechodu na vyšší napětí musí také automobilka zajistit vývoj nového alternátoru, řídicí jednotky, rádia, atd., což je v dnešní době problematické, jelikož se všichni snaží dostat cenu nového automobilu na co nejnížší hladinu, protože konkurence je veliká. Zvýšené napětí umožní snížit elektrický proud vedený ke spotřebičům přes velké množství konektorů, tím se sníží opotřebení spojů a zvýší se spolehlivost elektrických obvodů.

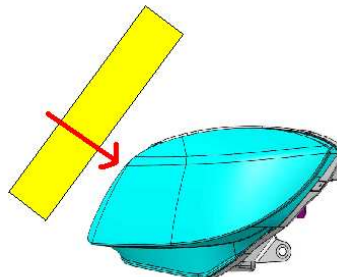
3.11. Předpisy oblasti zkoušek

Ochrana chodců, při vzniku střetu vozidla s chodcem. Účelem těchto opatření je zmírnit následky poranění. Na následujících obrázcích jsou naznačeny nejčastější střety s chodci. Čelní střet dospělého člověka (ženy) s automobilem (Obr. 3.18). Při zkouškách se používají průměrné výšky a váhy lidí, které se zjišťují dlouholetými studiemi. V tabulce 3.1 jsou rozepsány síly a rychlosti, které působí na danou část těla. Na obr. 3.19 je vyobrazen čelní střet dítěte s automobilem, v tab. 3.2 jsou rozepsány síly a rychlosti. Čelní střet dospělého člověka (muže) s automobilem (Obr. 3.20). V tabulce 3.3 jsou rozepsány síly a rychlosti, které působí na danou část těla. Když toto téma není moc žádané a lidé se na něj snaží nemyslet, ovšem automobilky a vývojoví konstruktéři se tímto zabývají musí, aby zvýšili bezpečnost provozu a snížili následky při vzniku dopravní nehody.

Stehno

Tab. 3.1 Hodnoty čelního střetu automobilu s dospělým člověkem

Dopadová hmotnost	9,5 - 18 kg
Dopadová rychlost	20 - 40 km / h
Dopadový úhel	10° - 47°
Síla	5000 N
Točivý moment	300 Nm

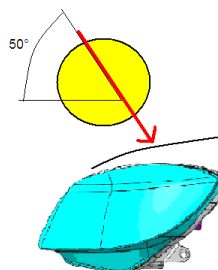


Obr. 3.19 Čelní střed dospělého člověka s automobilem

Dětská hlava

Tab. 3.2 Hodnoty čelního střetu automobilu s dítětem

Dopadová hmotnost	2,5 kg
Dopadová rychlost	130 mm
Dopadový úhel	40 km / h

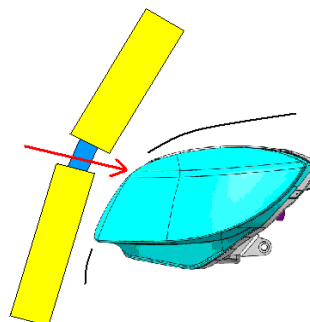


Obr. 3.20 Čelní střed automobilu s dítětem

Noha

Tab. 3.3 Hodnoty čelního střetu automobilu s dospělým člověkem

Dopadová hmotnost	13,4 km
Dopadová rychlost	40 km / h
Dopadový úhel	0° vertikáln ě



Obr. 3.21 Čelní střed automobilu s dospělým člověkem

4. Energetická bilance osvětleného vozidla

V této kapitole nejprve teoreticky vypočteme potřebný výkon, pomocí pohybové rovnice, pro různé rychlosti. Rychlosti jsou zvoleny ze situací, které mohou nejčastěji nastat v provozu na městských komunikacích. Jako modelový příklad uvažujeme vůz – Peugeot 405 GRDT.

4.1 Stanovení potřebného výkonu

Potřebný výkon v uvedených režimech jsem stanovil výpočtem ze základní pohybové rovnice (teoretický výpočet) Peugeot 405 GRDT – výpočet spotřeby paliva (vznětový):

a) Při jízdě po městě je průměrná rychlost automobilu 30 kmh^{-1} , při této rychlosti jsou u daného vozidla otáčky motoru 1350 min^{-1} se zařazeném IV. rychlostním stupni:

$$F_k = o_f + o_v \quad (1)$$

$$F_k = 165,5 + 27,3$$

$$\underline{F_k = 192,8 \text{ N}}$$

$$o_f = G * \sin \alpha * f = G * f \quad (2)$$

$$o_f = 12\,262 * 0,0135$$

$$\underline{o_f = 165,5 \text{ N}}$$

$$G = m * g \quad (3)$$

$$G = 1250 * 9,81$$

$$\underline{G = 12\,262 \text{ N}}$$

o_f ... valivý odpor [N]

G ... tíhová síla [N]

m ... hmotnost automobilu [kg] $m = 1250 \text{ kg}$

g ... gravitační síla [$\text{m} * \text{s}^{-2}$] $g = 9,81 \text{ m} * \text{s}^{-2}$

f ... součinitel valivého odporu [-] $f = 0.012 - 0.015 \Rightarrow$ volím $f = 0,0135$

$$o_v = c_x \cdot s_x \cdot (\rho / 2) \cdot v^2 \quad (4)$$

$$o_v = 0,35 \cdot 1,8 \cdot (1,25 / 2) \cdot 8,33^2$$

$$\underline{o_v = 27,3 \text{ N}}$$

o_v ... vzdušný odpor [N]

c_x ... souč. vzdušného odporu [-] $c_x = 0,3 - 0,4 \Rightarrow$ volím $c_x = 0,35$

s_x ... čelní plocha vozidla [m^2] $s_x = 1,6 - 2 \Rightarrow$ volím $s_x = 1,8 \text{ m}^2$

ρ ... měrná hmotnost vzduchu [$\text{kg} \cdot \text{m}^3$] $\rho = 1,25 \text{ kg} \cdot \text{m}^3$

v ... rychlost vozidla [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$] $v = 50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} = 13,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

použité pneumatiky 195 / 50 / 15 $\Rightarrow r$... poloměr kola [m] $r = 0,28 \text{ m}$

$$M^m = (F_k \cdot r) / (i_4 \cdot i_c \cdot \eta) \quad (5)$$

$$M^m = (192,8 \cdot 0,28) / (0,8286 \cdot 4,0625 \cdot 0,92)$$

$$\underline{M^m = 17,4 \text{ Nm}}$$

M^m ... moment motoru [Nm]

i_4 ... převodový poměr čtvrtého rychlostního stupně [-] $i_4 = 0,8268$ [9]

i_c ... převodový poměr stálého převodu [-] $i_c = 4,0625$ [9]

η ... účinnost převodovky [-] $\eta = 0,92$

$$\omega = (2 \cdot \pi \cdot n^m) / 60 \quad (6)$$

$$\omega = (2 \cdot 3,14 \cdot 1\,350) / 60$$

$$\underline{\omega = 141,3 \text{ s}^{-1}}$$

ω ... obvodová rychlost [s^{-1}]

n^m ... otáčky motoru [min^{-1}] $n^m = 1\,750 \text{ min}^{-1}$

$$P = M^m \cdot \omega \quad (7)$$

$$P = 17,4 \cdot 141,3$$

$$\underline{P = 2\,458,6 \text{ W}}$$

P ... výkon motoru [W]

Potřebný výkon pro pohyb vozidla při 30 kmh^{-1} je $2\,458,6 \text{ W}$.

b) Pokud uvažujeme povolenou rychlost ve městě je to 50 kmh⁻¹. Potřebné otáčky motoru 1 750 min⁻¹, při zařazeném IV. rychlostním stupni:

Postup výpočtu je totožný jako u rychlosti 30 kmh⁻¹, liší se jen v rovnicích číslo 4 (zvýšení rychlosti), 5 (změna tažné síly), 6 (zvýšení otáček motoru), 7 (výpočet nového výkonu).

$$o_v = c_x \cdot s_x \cdot (\rho / 2) \cdot v^2 = 0,35 \cdot 1,8 \cdot (1,25 / 2) \cdot 13,8^2 = \underline{75 \text{ N}} \Rightarrow F_k = \underline{240,5 \text{ N}}$$

$$\omega = (2 \cdot \pi \cdot n^m) / 60 = (2 \cdot \pi \cdot 1\,750) / 60 = \underline{183 \text{ s}^{-1}}$$

$$M^m = (F_k \cdot r) / (i_4 \cdot i_c \cdot \eta) \Rightarrow (240,5 \cdot 0,28) / (0,8268 \cdot 4,0625 \cdot 0,92) = \underline{21,8 \text{ Nm}}$$

i_4 ... převodový poměr čtvrtého rychlostního stupně [-] $i_4 = 0,8268$ [9]

$$P = M^m \cdot \omega \Rightarrow 21,8 \cdot 183 = \underline{3\,989,4 \text{ W}}$$

Potřebný výkon pro pohyb vozidla při 50 kmh⁻¹ je 3 989,4 W.

c) Pokud uvažujeme zvýšenou povolenou rychlost ve městě je to 70 kmh⁻¹. Potřebné otáčky motoru 1 950 min⁻¹, při zařazeném IV. rychlostním stupni:

Postup výpočtu je totožný jako u rychlosti 30 kmh⁻¹, liší se jen v rovnicích číslo 4 (zvýšení rychlosti), 5 (změna tažné síly), 6 (zvýšení otáček motoru), 7 (výpočet nového výkonu).

$$o_v = c_x \cdot s_x \cdot (\rho / 2) \cdot v^2 = 0,35 \cdot 1,8 \cdot (1,25 / 2) \cdot 19,4^2 = \underline{148,2 \text{ N}} \Rightarrow F_k = \underline{313,7 \text{ N}}$$

$$\omega = (2 \cdot \pi \cdot n^m) / 60 = (2 \cdot \pi \cdot 1\,950) / 60 = \underline{204 \text{ s}^{-1}}$$

$$M^m = (F_k \cdot r) / (i_4 \cdot i_c \cdot \eta) \Rightarrow (313,7 \cdot 0,28) / (0,8268 \cdot 4,0625 \cdot 0,92) = \underline{28,4 \text{ Nm}}$$

i_4 ... převodový poměr čtvrtého rychlostního stupně [-] $i_4 = 0,8268$ [9]

$$P = M^m \cdot \omega \Rightarrow 28,4 \cdot 204 = \underline{5\,794 \text{ W}}$$

Potřebný výkon pro pohyb vozidla při 70 kmh⁻¹ je 5 794 W.

d) Při jízdě mimo město je rychlost automobilu 90 kmh^{-1} , potřebné otáčky motoru $2\,300 \text{ min}^{-1}$, při zařazeném V. rychlostním stupni:

Postup výpočtu je totožný jako u rychlosti 30 kmh^{-1} , liší se jen v rovnicích číslo 4 (zvýšení rychlosti), 5 (změna tažné síly), 6 (zvýšení otáček motoru), 7 (výpočet nového výkonu).

$$o_v = c_x \cdot s_x \cdot (\rho / 2) \cdot v^2 = 0,35 \cdot 1,8 \cdot (1,25 / 2) \cdot 25^2 = \underline{246 \text{ N}} \Rightarrow F_k = \underline{411,5 \text{ N}}$$

$$\omega = (2 \cdot \pi \cdot n^m) / 60 = (2 \cdot \pi \cdot 2300) / 60 = \underline{240,7 \text{ s}^{-1}}$$

$$M^m = (F_k \cdot r) / (i_5 \cdot i_c \cdot \eta) \Rightarrow (411,5 \cdot 0,28) / (0,6578 \cdot 4,0625 \cdot 0,92) = \underline{46,9 \text{ Nm}}$$

i_5 ... převodový poměr pátého rychlostního stupně [-] $i_5 = 0,6578$ [9]

$$P = M^m \cdot \omega \Rightarrow 46,9 \cdot 240,7 = \underline{11\,289 \text{ W}}$$

Potřebný výkon pro pohyb vozidla při 90 kmh^{-1} je $11\,289 \text{ W}$.

e) Při jízdě po silnici pro motorové vozidla je rychlost automobilu 110 kmh^{-1} , potřebné otáčky motoru $3\,400 \text{ min}^{-1}$, při zařazeném V. rychlostním stupni:

Postup výpočtu je totožný jako u rychlosti 30 kmh^{-1} , liší se jen v rovnicích číslo 4 (zvýšení rychlosti), 5 (změna tažné síly), 6 (zvýšení otáček motoru), 7 (výpočet nového výkonu).

$$o_v = c_x \cdot s_x \cdot (\rho / 2) \cdot v^2 = 0,35 \cdot 1,8 \cdot (1,25 / 2) \cdot 30,55^2 = \underline{367,48 \text{ N}} \Rightarrow F_k = \underline{533 \text{ N}}$$

$$\omega = (2 \cdot \pi \cdot n^m) / 60 = (2 \cdot \pi \cdot 3400) / 60 = \underline{355,8 \text{ s}^{-1}}$$

$$M^m = (F_k \cdot r) / (i_5 \cdot i_c \cdot \eta) \Rightarrow (533 \cdot 0,28) / (0,6578 \cdot 4,0625 \cdot 0,92) = \underline{60,7 \text{ Nm}}$$

i_5 ... převodový poměr pátého rychlostního stupně [-] $i_5 = 0,6578$ [9]

$$P = M^m \cdot \omega \Rightarrow 60,7 \cdot 355,8 = \underline{21\,597 \text{ W}}$$

Potřebný výkon pro pohyb vozidla při 110 kmh^{-1} je $21\,597 \text{ W}$.

f) Při jízdě po dálnici je rychlost automobilu 130 kmh⁻¹, potřebné otáčky motoru 3 600 min⁻¹, při zařazeném V. rychlostním stupni:

Postup výpočtu je totožný jako u rychlosti 30 kmh⁻¹, liší se jen v rovnicích číslo 4 (zvýšení rychlosti), 5 (změna tažné síly), 6 (zvýšení otáček motoru), 7 (výpočet nového výkonu).

$$o_v = c_x \cdot s_x \cdot (\rho / 2) \cdot v^2 = 0,35 \cdot 1,8 \cdot (1,25 / 2) \cdot 36,11^2 = \underline{513,42 \text{ N}} \Rightarrow F_k = \underline{679 \text{ N}}$$

$$\omega = (2 \cdot \pi \cdot n^m) / 60 = (2 \cdot \pi \cdot 3600) / 60 = \underline{376,8 \text{ s}^{-1}}$$

$$M^m = (F_k \cdot r) / (i_5 \cdot i_c \cdot \eta) \Rightarrow (679 \cdot 0,28) / (0,6578 \cdot 4,0625 \cdot 0,92) = \underline{77,33 \text{ Nm}}$$

i_5 ... převodový poměr pátého rychlostního stupně [-] $i_5 = 0,6578$ [9]

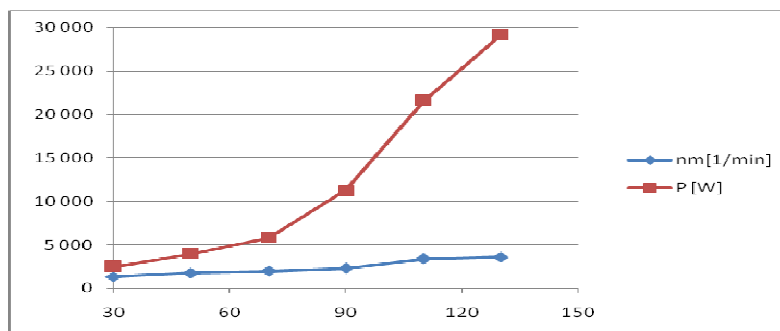
$$P = M^m \cdot \omega \Rightarrow 77,33 \cdot 376,8 = \underline{29\,138 \text{ W}}$$

Potřebný výkon pro pohyb vozidla při 130 kmh⁻¹ je 29 138 W.

Vypočtené výkony (teoretické) jsem vypsál do tabulky

Tab. 4.1 Vypočtené teoretické výkony

v [km/h]	30	50	70	90	110	130
n^m [1/min]	1 350	1 750	1 950	2 300	3 400	3 600
P [W]	2 459	3 989	5 794	11 289	21 597	29 138



Obr. 4.1 Vypočtených teoretických výkonů

Při rostoucí rychlosti se zvyšuje potřebný výkon pro jízdu automobilu. Hodnoty z pohybové rovnice využijeme při orientační kalkulaci spotřeby paliva.

4.2 Kalkulace příkonu el. energie a úspor

Tato kalkulace byla tvořena 10.5.2010, kdy byla cena nafty 33,30 Kč l⁻¹. Při ceně nafty 30,60 Kč l⁻¹ k datu 13.9.2010 je tabulka úspor financí v závěru této kapitoly.

Pro jízdu ve městě při rychlosti 30 km / h při otáčkách motoru 1 350 min⁻¹:

2 458,6 W	1 350 min ⁻¹
537 W	příkon el. energie pro svícení
účinnost alternátoru 80% ...	udává výrobce vozidla
671 W	skutečný příkon potřebný k výrobě této energie
2 458,6 W	5,9 l paliva
416,7 W	1 l paliva
671 W	1,61 l/100km

=> při aktuální ceně nafty 33,30 Kč (10.5.2010) = úspora 53,61 Kč na 100 km. Při kalkulaci na celý rok, kdy v průměru ujedeme 20 000 km je úspora paliva 322 l => finanční úspora činí 10 722 Kč. Z uspořené nafty na stech kilometrech, při aktuální spotřebě, bychom ujeli dalších 27,3 km.

Pro jízdu ve městě při rychlosti 50 km / h při otáčkách 1 750 min⁻¹:

3 990 W	1 750 min ⁻¹
537 W	příkon el. energie pro svícení
účinnost alternátoru 80% ...	udává výrobce vozidla
671 W	skutečný příkon potřebný k výrobě této energie
3 990 W	6,1 l paliva
654 W	1 l paliva
671 W	<u>1,03 l/100km</u>

=> při aktuální ceně nafty 33,30 Kč (10.5.2010) = úspora 34,3 Kč na 100 km. Při kalkulaci na celý rok, kdy v průměru ujedeme 20 000 km je úspora paliva 206 l => finanční úspora činí 6 860 Kč. Z uspořené nafty na stech kilometrech, při aktuální spotřebě, bychom ujeli dalších 16,9 km.

Pro jízdu při rychlosti 70 km / h při otáčkách 1 950 min⁻¹:

5 794 W	1 950 min ⁻¹
537 W	příkon el. energie pro svícení
účinnost alternátoru 80% ...	udává výrobce vozidla
671 W	skutečný příkon potřebný k výrobě této energie
5 794 W	6,5 l paliva
891,4 W	1 l paliva
671 W	0,8 l/100km

=> při aktuální ceně nafty 33,30 Kč (10.5.2010) = úspora 26,64 Kč na 100 km. Při kalkulaci na celý rok, kdy v průměru ujedeme 20 000 km je úspora paliva 160 l => finanční úspora činí 5 328 Kč. Z uspořené nafty na stech kilometrech, při aktuální spotřebě, bychom ujeli dalších 12,3 km.

Pro jízdu mimo obec při rychlosti 90 km / h při otáčkách 2 300 min⁻¹:

11 289 W	2 300 min ⁻¹
537 W	příkon el. energie pro svícení
účinnost alternátoru 80% ...	udává výrobce vozidla
671 W	skutečný příkon potřebný k výrobě této energie
11 289 W	6,7 l paliva
1 684 W	1 l paliva
671 W	0,4 l/100 km

=> při aktuální ceně nafty 33,30 Kč (10.5.2010) = úspora 13,40 Kč na 100 km. Při kalkulaci na celý rok, kdy v průměru ujedeme 20 000 km je úspora paliva 80 l => finanční úspora činí 2 680 Kč. Z uspořené nafty na stech kilometrech, při aktuální spotřebě, bychom ujeli dalších 5,6 km.

Pro jízdu při rychlosti 110 km / h při otáčkách 3 400 min⁻¹:

21 597 W	3 400 min ⁻¹
537 W	příkon el. energie pro svícení
účinnost alternátoru 80% ...	udává výrobce vozidla
671 W	skutečný příkon potřebný k výrobě této energie
21 597 W	7,3 l paliva
2 958 W	1 l paliva
671 W	0,23 l/100 km

=> při aktuální ceně nafty 33,30 Kč (10.5.2010) = úspora 7,70 Kč na 100 km. Při kalkulaci na celý rok, kdy v průměru ujedeme 20 000 km je úspora paliva 46 l => finanční úspora činí 1 540 Kč. Z uspořené nafty na stech kilometrech, při aktuální spotřebě, bychom ujeli dalších 3,15 km.

Pro jízdu po dálnici při rychlosti 130 km / h při otáčkách 3 600 min⁻¹:

29 138 W	3 600 min ⁻¹
537 W	příkon el. energie pro svícení
účinnost alternátoru 80% ...	udává výrobce vozidla
671 W	skutečný příkon potřebný k výrobě této energie
29 138 W	7,9 l paliva
3 688 W	1 l paliva
671 W	0,19 l/100 km

=> při aktuální ceně nafty 33,30 Kč (10.5.2010) = úspora 6,40 Kč na 100 km. Při kalkulaci na celý rok, kdy v průměru ujedeme 20 000 km je úspora paliva 38 l => finanční úspora činí 1 280 Kč. Z uspořené nafty na stech kilometrech, při aktuální spotřebě, bychom ujeli dalších 2,41 km.

Tab. 4.2 Shrnutí úspor při použití Bi-xenonových světlometů, proti Led-diodovým při různé ceně nafty (10.5 – 33,30 Kč/l, 13.9 – 30,60 Kč/l)

v[km/h]	Úsp./100 km	Úsp. při 100 km [Kč]		Úsp./20 000 km	Úsp. při 20 000 km [Kč]	
		10.5.2010	13.9.2010		10.5.2010	13.9.2010
30	1,61 l	53,61	49,27	322 l	10 722,60	9 853,20
50	1,03 l	34,30	31,52	206 l	6 859,80	6 303,60
70	0,8 l	26,64	24,48	160 l	5 328,00	4 896,00
90	0,4 l	13,32	12,24	80 l	2 664,00	2 448,00
110	0,23 l	7,66	7,04	46 l	1 531,80	1 407,60
130	0,19 l	6,33	5,81	38 l	1 265,40	1 162,80

Z tab. 4.2 je patrné, že při nižší ceně paliva, se úspora příměrně snižuje, ale nebojím se konstatovat, že ceny pohonných hmot budou nadále stoupat, tudíž úspora které lze dosáhnout není zanedbatelná. A není to jen finanční úspora, ale sníží se i vypouštění škodlivých plynů do ovzduší.

Pokus, kdyby stál 1 litr nafty 50 Kč

Nyní se zdá tato cena přehnaně vysoká, ale při snižujících se zásobách nerostného bohatství se cena může vyšplhat i daleko výš.

Tab. 4.3 Shrnutí úspor při použití Bi-xenonových světlometů, proti Led-diodovým při ceně nafty 50 Kč/l

v[km/h]	Úsp./100 km	Úsp. při 100 km [Kč]	Úsp./20 000 km	Úsp. při 20 000 km [Kč]
30	1,61 l	80,50	322 l	16 100
50	1,03 l	51,50	206 l	10 300
70	0,8 l	40,00	160 l	8 000
90	0,4 l	20,00	80 l	4 000
110	0,23 l	11,50	46 l	2 300
130	0,19 l	9,50	38 l	1 900

Když porovnáme tab. 4.2 a tab. 4.3 u rychlosti 30 km/hod u úspory 20 000 km [Kč] při ceně nafty 30,60 Kč/l a 50 Kč/l zjistíme, že finanční úspora je o 6 246,80 Kč vyšší.

4.3 Experimentální ověření spotřeby paliva

Při měření spotřeby motoru bylo zjišťováno skutečné množství paliva, které motor spotřebuje se zapnutými hlavními světlomety různých druhů (Bi-xenon, xenon, H4, Led-diody). Hodnoty pro vyhodnocení dat byly získány měřením na válcové zkušební stanici MAHA LPS 2000.

4.3.1 Popis válcové zkušební stanice MAHA LPS 2000

Zkušební stanice s měřením výkonu se skládá z komunikačního pultu s barevnou obrazovkou a počítačovou klávesnicí, dálkovým ovládáním a sadou válců. MAHA LPS 2000 je k dispozici v různých provedeních pro měření výkonu motocyklů, osobních vozidel a nákladních vozidel. V závislosti na provedení lze měřit motory vozidel, které dosahují maximálního výkonu 260 kW až 600 kW při maximální zkušební rychlosti 200 km/h až 260 km/h. Zátěžová simulace zkušební stanice je realizována elektromagnetickou brzdou. Elektromagnetická brzda je umístěna v ose rotace zkušebních válců a během testování může docházet k silnému zahřívání.



Obr. 4.3.1 Válcová zkušební stanice pro měření funkcí a výkonu MAHA LPS 2000

Válcová zkušební stanice viz obr. 4.3.1 umožňuje měření výkonu motoru se zážehovými a vznětovými motory. Je možno provádět simulaci jízdy s předem danými odpory vozidla při různých rychlostech, ověřovat přesnost tachometru vozidla, simulovat jízdu do stoupání a testovat elasticitu vozidla. S příslušnou sadou válců a regulační elektronikou lze testovat vozidla s pohonem všech kol. [1]

Příslušenství :

- ventilátor na studený vzduch, který lze napojit na komunikační pult a lze zapnout a vypnout dálkovým ovládáním,
- modul rozhraní, přes který lze připojit měřicí čidla a snímače
- tiskárna DIN A4, grafická, 7 barev.

Popis dálkového zařízení

Funkce programu MAHA LPS 2000 lze navolit dálkovým ovládáním viz obr. 4.3.2. Dálkové ovládání umožňuje volbu funkcí přímo z vozidla. Přijímač infračervených signálů z dálkového ovládání je umístěn na přední straně pultu pod klávesnicí.

K dálkovému ovládání je k dispozici stolní nabíječka. Čas nabíjení zcela vybitého akumulátoru činí cca 12 až 14 hodin.



Obr. 4.3.2 Dálkové ovládání zkušební stanice

Pomocí dálkového ovládání lze provádět spouštění testovacích zkoušek, ovládat příslušenství a další provozní funkce (ventilátor na studený vzduch, příčný pneumatický práh aj.).

Popis tiskárny

Jedná se o barevnou jehličkovou tiskárnu s možností vytváření kopií propisem. Tiskárna CITIZEN SWIFT 200 je přednastavena tak, že zpravidla nejsou nutné žádné úpravy nastavení. Tisk je prováděn na nekonečný papír formátu A4. Tiskárna je součástí komunikačního pultu a je opatřena krytem proti mechanickému poškození.

Modul rozhraní

Do modulu rozhraní viz obr. 4.3.3 lze připojit různé externí přístroje, které jsou potřebné pro získávání dat motoru a okolních podmínek pro zkušební stanici.

Je v něm zabudován tlakoměr vzduchu. Teplotní čidlo se dá pomocí svorky umístit na sání motoru a měřit přesnou teplotu nasávaného vzduchu. Tlak vzduchu je snímán měřícím boxem a slouží k výpočtu výkonu motorů podle DIN 70020. Čidlo teploty oleje slouží k zjišťování a kontrole teploty oleje po dobu zkoušky. Zkouška by neměla být prováděna při teplotě oleje nižší než 60°C a vyšší než 120°C (podle druhu u použitého oleje).



Obr. 4.3.3 Modul rozhraní

Otáčky motoru

Otáčky motoru lze zjistit různými způsoby:

- indukčními kleštěmi
- vibračním snímačem
- ukazatelem horní úvratí,
- světelnou závorou

Indukční kleště snímacího obvodu slouží ke snímání signálu otáček z kabelu zapalování. Měly by být umístěny co nejbližší k zapalovací svíčce a pokud možno co nejdále od nejbližšího kabelu zapalování. Kleště indukčně snímají signál vysokého napětí, který je veden k libovolnému válci. Impulsy jsou z kleští předávány do měřícího boxu a tam převáděny na signál počtu otáček. [1]

Vibrační snímač otáček je externí přístroj viz obr. 4.3.4, který je používán v kombinaci s indukčními kleštěmi. Je vybaven vibrační sondou s magnetem, která se umísťuje na motor vozidla. Na přístroji se nastaví počet válců vozidla a typ motoru (čtyřdobý, dvoudobý). Indukční kleště jsou umístěny na kabel přístroje, který převádí vibrační signál na napěťový. Přístroj je napájen ze sítě automobilu.



Obr. 4.3.4 Vibrační snímač otáček

Ukazatel horní úvratě je používán specificky pro různé typy vozidel. Ke snímání signálu otáček je použita diagnostická zástrčka vždy podle výrobce vozidla. Snímání ukazatele horní úvratě představuje velice přesné měření otáček.

Světelná závora se používá pokud není žádná přímá možnost odebrat signál otáček z motoru. Závora musí být umístěna tak, aby bylo možno bez problémů (vliv vibrací atd.) snímat otáčky reflektorem, který je umístěn na ventilátoru nebo na klínovém řemenu (převod k otáčkám motoru musí být 1:1).

Sada válců

Sada válců pro MAHA LPS 2000 je k dispozici v různých vyhotoveních. Ve zkušebně na střední škole dopravní je použita sada válců R100/1 viz obr. 5.1.4. Jedná se o provedení s jednou elektromagnetickou brzdou pro osobní automobil nebo lehké nákladní vozidlo. Technické parametry jsou uvedeny v tabulce 4.3.1.

Tab. 4.3.1 Technické parametry sady válců [1]

Sada válců	R 100/1	Jednotky
Délka	3345	[mm]
Šířka	1100	[mm]
Výška	520	[mm]
Hmotnost včetně obalu	1400	[kg]
Zátěž os	2,5	[t]
Délka válců	750	[mm]
Stopa min.	800	[mm]
Stopa max.	2300	[mm]
Nejmenší měřitelné kolo	12"	
Průměr válců	318	[mm]
Odstup od válců	540	[mm]
Zdvížený práh pneumatický	min. 0,8	[MPa]
Vířivá brzda	260	[kW]
Napojení na síť	230	[V]
Pojistka	16	[A]
Rychlost měření	max. 260	[km.h ⁻¹]
Výkon kol	max. 260	[kW]
Hnací síla	max. 6	[kN]
Přesnost měření	±2%	

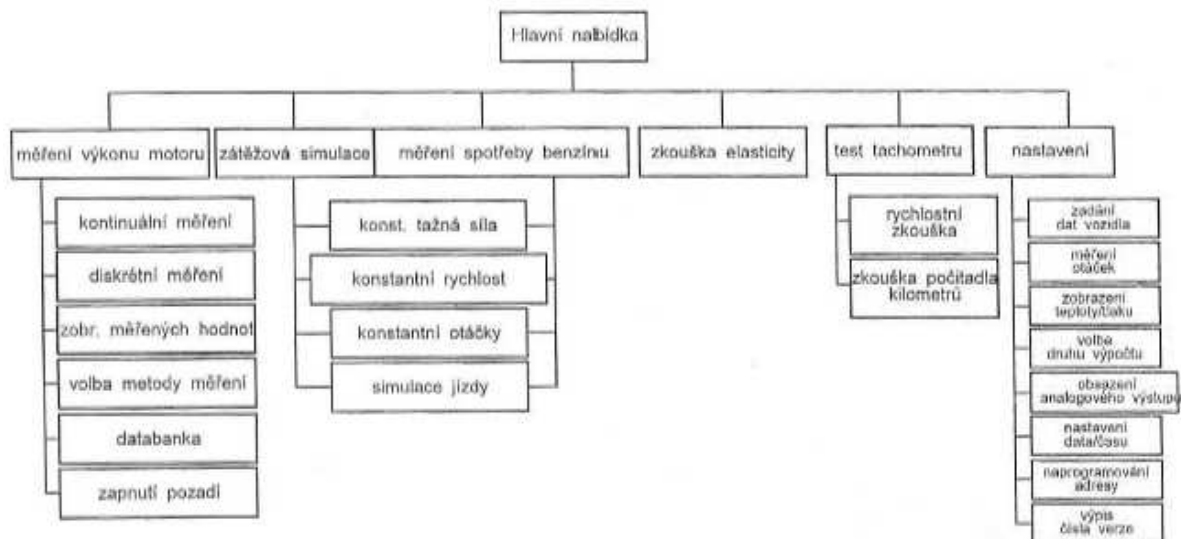
Nároky na umístění

Laboratoř je umístěna v areálu dílen střední školy dopravní v Ostravě Vítkovicích. Místnost, ve které je zkušební stanice provozována, musí splňovat zákonná ustanovení pro pracoviště. V místnosti je vestavěno zařízení na odvod výfukových plynů s odsávací hadicí (výkon = 3000 m³/h). Do místnosti je přiváděn vzduch pomocí ventilátorů o průtoku cca 3400 m³/h. Při nedostatečném průtoku je obsluha nadměrně zatěžována a měření spotřeby není z důvodu nedostatečného přívodu vzduchu přesné.

Struktura programu

Ovládací program zkušební stanice spotřeby je orientován na nabídkové menu. Je rozdělen do několika úrovní, podle druhu testování, které zkušebna umožňuje. Data a příkazy lze zadávat klávesnicí, která je součástí komunikačního pultu nebo dálkovým ovládáním. Hlavní nabídka je rozčleněna do šesti podnabídek, které lze vybrat kurzorovými klávesami a klávesou <RETURN>. Stejný postup platí pro body podnabídky. Program MAHA LPS 2000 je vybaven spořičem obrazovky, který má zabránit poškození obrazu monitoru. Pro aktivování obrazovky lze stisknout libovolnou klávesu. [1]

- Metodika měření spotřeby paliva zkoušených vozidel
- Všeobecná ustanovení
- Účelem zkoušky je změřit spotřebu paliva motoru zkoušených vozidel



Obr. 4.3.5 Struktura programu válcové zkušební stanice [1]

4.3.2 Popis měřených automobilů

K měření byly k dispozici celkem 3 osobních automobilů. Z toho jeden automobil tovární značky Peugeot, další automobil tovární značky Fiat a poslední automobil tovární značky Hyundai. Automobily Peugeot a Fiat jsou používány k soukromým účelům. Automobil Hyundai je používáno pro výukové účely Střední školy dopravní v Ostravě - Vítkovicích. Automobily Fiat a Hyundai používají k pohonu zážehový motor. Automobil Peugeot používá k pohonu vznětový motor. Hnací nápravou všech testovaných automobilů byla náprava přední. Jedná se o typy automobilů, jež jsou běžně provozovány na pozemních komunikacích.

4.3.2.1 Peugeot 405 GRDT (vznětový)

Jedná se o vozidlo se vznětovým čtyřdobým řadovým čtyřválcovým motorem umístěným napříč nad přední nápravou. Litinový blok motoru s vloženými válci, hlava válců z lehké slitiny s váčkovým hřídelem v hlavě (rozvod OHC) poháněný ozubeným řemenem. Přetlakové chlazení chladicí kapalinou, tlakové mazání, dodávka paliva rotačním vstřikovacím čerpadlem, přeplňování turbodmychadlem.



Obr. 4.3.2.1 Měřený automobil Peugeot 405

Tab. 4.3.2.1 Technické parametry automobilu

Peugeot 405 dle výrobce

Typ motoru	-	vznětový
Zdvihový objem motoru	cm ⁻³	1769
Počet válců	-	4
Počet ventilů	-	8
Výkon motoru	kW	64
při otáčkách	min ⁻¹	4300
Točivý moment	Nm	102
při otáčkách	min ⁻¹	2100
Stav tachometru	km	207345
Pohotovostní hmotnost	kg	1250
Počet převodových stupňů	-	5
Rok výroby	-	1991
Datum měření	-	14.4.2010
Rozměr pneumatik r	m	0,3018
185/65 R15		
Hmotnost	kg	1312
Součinitel odporu vzduchu c_x	-	0,321
Výška	m	0,38
Šířka	m	1,698
Čelní obdélník	m ²	2,41425
Čelní plocha S_x	m ²	1,99

Vstřikování

Vstřikovací systém, je složen z rotačního čerpadla, které rozděljuje palivo pro jednotlivé vstřikovače, filtr jemných částic, s vestavěným odvětrávacím šroubem. Propojení mezi filtrem jemných částic a vstřikovacím čerpadlem je pomocí gumové hadice, propojení mezi vstřikovacím čerpadlem a jednotlivými vstřikovači je zajištěn kovovými trubičkami zakončenými maticemi s jemným závitem. Samotné vstřikovače jsou našroubovány přímo v hlavě motoru a těsnost zajišťuje měděná podložka, aby nedoházelo k úniku tlaku z válců motoru. Celá tato soustava musí být dokonale těsná, protože i při poklesu tlaku, by došlo ke vzniku vzduchové bubliny => zavzdušnění systému, nefunkčnost motoru.

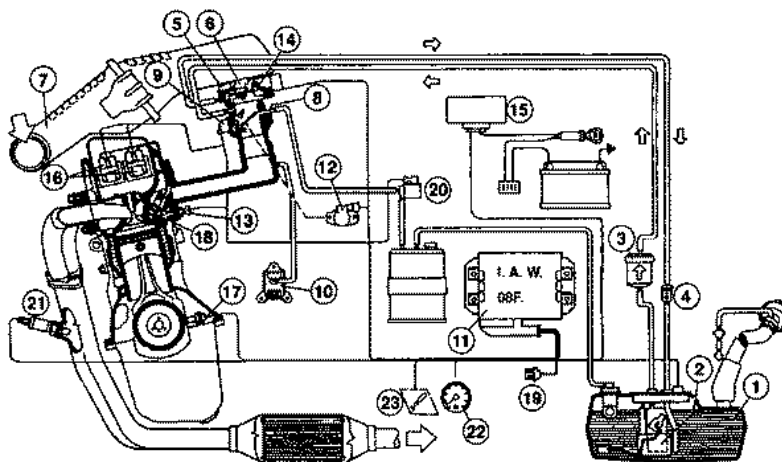
4.3.2.2 Fiat Punto (zážehový)

Jedná se o vozidlo se zážehovým řadovým čtyřválcovým motorem umístěným napříč nad přední nápravou. Litinový blok motoru s vloženými válci, hlava válců z lehké slitiny s váčkovým hřídelem v hlavě (rozvod OHC) poháněný ozubeným řemenem. Přetlakové chlazení chladicí kapalinou, tlakové mazání, dodávka paliva je zajištěna z nádrže čerpadlem přes filtr do palivové lišty umístěné na bloku motoru. Z této lišty je palivo dávkováno čtyřmi vstřikovači do jednotlivých válců motoru.



Obr. 4.3.2.2 Měřený automobil Fiat Punto 1.2i

Schéma vstřikování Fiat Punto



Obr. 4.3.2.2 Vstřikování WEBER-MARELLI I.A.W. Punto 1.2i [13]

1 – Nádrž	10 – Snímač absolutního tlaku	16 – Zapalovací cívky
2 – Palivové čerpadlo	11 – Elektronická řídicí jednotka	17 – Snímač HÚ a volnoběžných otáček
3 – Palivový filtr	12 – Potenciometr škrtkící klapky	18 – Zapalovací svíčky
4 – Vratný ventil	13 – Snímač teploty chladicí kapaliny	19 – Diagnostický konektor
5 – Regulátor tlaku paliva	14 – Snímač teploty nasávaného vzduchu	20 – Uzavírací ventil odvodu palivové nádrže
6 – Vstřikovací ventily	15 – Dvojité relé vstřikování a zapalování	21 – Lambda sonda
7 – Vzduchový ventil		22 – Snímač počtu otáček (pokud je namontován)
8 – Přípojka na vratné vedení palivových výparů		23 – Varovná kontrolka
9 – Regulátor počtu volnoběžných otáček		

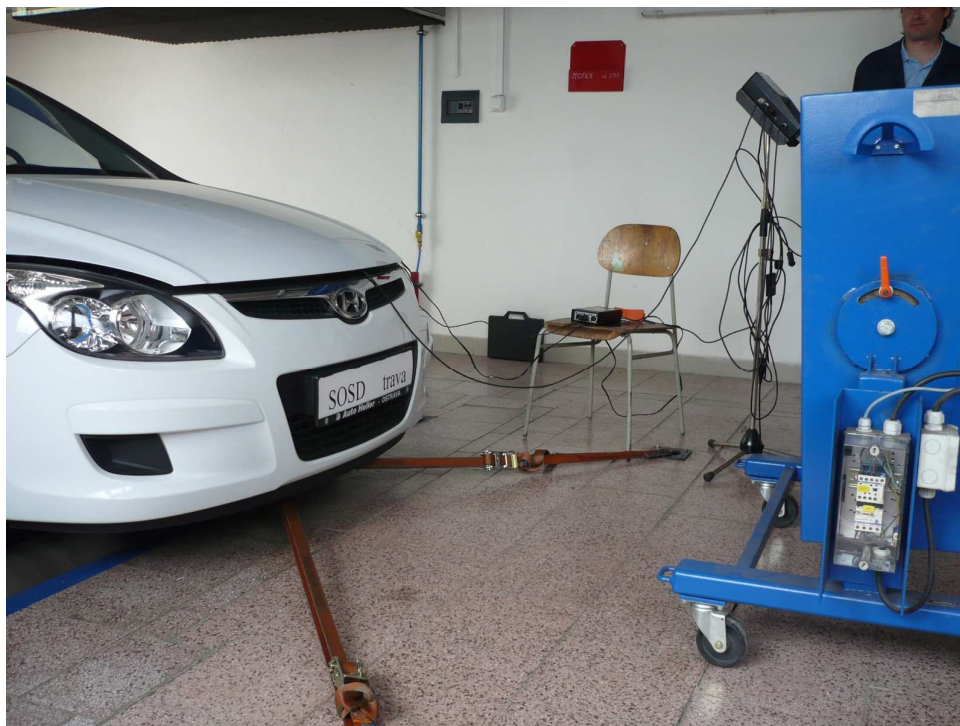
Tab. 4.3.2.2 Technické parametry automobilu

Fiat Punto dle výrobce

Typ motoru	-	zážehový
Zdvihový objem motoru	cm ³	1242
Počet válců	-	4
Počet ventilů	-	8
Výkon motoru	kW	48
při otáčkách	min ⁻¹	5500
Točivý moment	Nm	102
při otáčkách	min ⁻¹	3000
Stav tachometru	km	1200
Pohotovostní hmotnost	kg	1105
Počet převodových stupňů	-	5
Rok výroby	-	2009
Datum měření	-	15.4.2010
Rozměr pneumatik r	m	0,3018
185/65 R15		
Hmotnost	kg	1185
Součinitel odporu vzduchu c _x	-	0,311
Výška	m	1,49
Šířka	m	1,687
Čelní obdélník	m ²	2,51363
Čelní plocha S _x	m ²	2,01

4.3.2.3 Hyundai i30 (zážehový)

Jedná se o vozidlo se zážehovým řadovým čtyřválcovým motorem umístěným napříč nad přední nápravou. Litinový blok motoru s vloženými válci, hlava válců z lehké slitiny s váčkovým hřídelem v hlavě (rozvod OHC) poháněný ozubeným řemenem. Přetlakové chlazení chladicí kapalinou, tlakové mazání, dodávka paliva je zajištěna z nádrže čerpadlem přes filtr do palivové lišty umístěné na bloku motoru. Z této lišty je palivo dávkováno čtyřmi vstřikovači do jednotlivých válců motoru.



Obr. 4.3.2.3 Hyundai I30 na válcové zkušebně

Zážehové motory jsou vybaveny elektronickým vstřikováním, u kterého je společná řídicí jednotka. Podle výkonu jsou motory vybaveny čtyřmi technicky různě vybavenými vstřikovacími systémy BOSCH. Ve vozidle Hyundai i30 se používá vstřikování „vícebodové vstřikování“. Palivo je čtyřmi vstřikovacími ventily vstřikováno do sacího potrubí přímo před sací ventily. Tak je zajištěno optimální dávkování paliva. Součásti vstřikovacího systému jsou spolehlivé a nepotřebují údržbu. Opravy se provádí velice zřídka. Zásadní seřizovací práce a opravy se dají provést jen pomocí speciálních (zpravidla velmi drahých) kontrolních přístrojů a s příslušnými odbornými znalostmi. Podle plánu údržby musíme u všech motorů pravidelně měnit palivový filtr a vložku palivového filtru.

Tab. 4.3.2.3 Technické parametry automobilu Hyundai i30
dle výrobce

Typ motoru	-	zážehový
Zdvihový objem motoru	cm-3	1591
Počet válců	-	4
Počet ventilů	-	16
Výkon motoru	kW	93
při otáčkách	min-1	6200
Točivý moment	Nm	157
při otáčkách	min-1	4200
Stav tachometru	km	120
Pohotovostní hmotnost	kg	1318
Počet převodových stupňů	-	5
Rok výroby	-	2008
Datum měření	-	16.4.2010
Rozměr pneumatik r	m	0,3018
185/65 R15		
Hmotnost	kg	1398
Součinitel odporu vzduchu c_x	-	0,329
Výška	m	1,48
Šířka	m	1,775
Čelní obdélník	m ²	2,627
Čelní plocha S_x	m ²	2,09

4.3.3 Metodika měření – na zkušebně

V průběhu zkoušení je nutné dodržet určité povětrnostní podmínky. Teplota vzduchu v rozmezí 20 °C až 25 °C, tlak vzduchu v rozmezí 10 30 barů až 1050 barů. Vlhkost nasávaného vzduchu je zanedbána z důvodu nedostatečného technického vybavení.

Konstrukční úprava automobilu viz. kapitola 4.3.4.

Automobil je usazen na zkušební válce, pomocí stahovacích pásů ukotven proti pohybu v průběhu zkoušky. Místem upnutí je vlečné oko a ocelové kotvy v podlaze zkušebny. Automobil nesmí mít zabrzděná kola parkovací brzdou. Chlazení motoru je zajištěno pomocí přídavného ventilátoru, který je umístěn 90 cm od předního nárazníku vozidla (viz. Obr. 4.3.2.3).

Otáčky motoru jsou snímány, podle typu vozidla, vibračním snímačem nebo indukčně přímo z kabelu zapalování. Teplota vzduchu je měřena čidlem umístěným před otvorem sacího potrubí motoru. Čidlo pro snímání teploty oleje je umístěno místo olejové měrky motoru. Automobil je zatížen pouze řidičem o hmotnosti cca 90 kg.

Automobil musí mít před začátkem měření suché pneumatiky, aby nedocházelo ke skluzu mezi zkušebními válci a pneumatikami. Má-li automobil ve výbavě stabilizační systém, je nutné ho odpojit. Vozidla vybavena ABS budou v průběhu měření vykazovat na palubní desce poruchu systému.

V průběhu zkoušky se ve zkušebně může zdržovat pouze vyškolený personál ve vymezených prostorách. Po vyzkoušení všech funkcí, které jsou potřebné pro vykonání měření je vozidlo připraveno k provedení zkoušky.

Vozidlo uvedeme citlivě, ale kontinuálně do chodu, až na předposlední (čtvrtý) rychlostní stupeň (to je u rychlostí 30, 50 Km/hod, při těchto rychlostech se uvede v činnost elektromagnetická brzda, která klade odpor při roztáčení zkušebních válců.). Při dosažení a ustálení rychlosti na hodnotě 30 km/hod za aretujeme plynový pedál, tak aby hodnota rychlosti zůstala neměnná. Odvážíme počáteční hmotnost paliva, a takto necháme automobil hodinu v provozu. Po uplynutí nastaveného času, vypneme motor vozidla a zvážíme konečnou hmotnost paliva a hodnotu zapíšeme do předem připravené tabulky. Takto provedeme pět měření. Pro rychlost 50 km/hod je postup úplně stejný. Při měření rychlostí 70, 90, 110 a 130 km/hod je postup stejný, ale řadíme pátý rychlostní stupeň.

Pokud dojde k chybě při měření času, musí se zkouška opakovat. Řidič vozidla nesmí v průběhu zkoušky použít brzdovou soustavu a u vozidel s pohonem přední nápravy

nesmí dojít k natočení kol.

Pokud automobil disponuje klimatizací a jinými komfortními prvky výbavy, musí být tato zařízení z důvodů přesnosti měření vypnuta.

Pokud měření proběhlo podle stanoveného postupu a nedošlo k žádnému výše popsanému problému, může být použito pro vyhodnocení.

4.3.4 Příprava vozidel

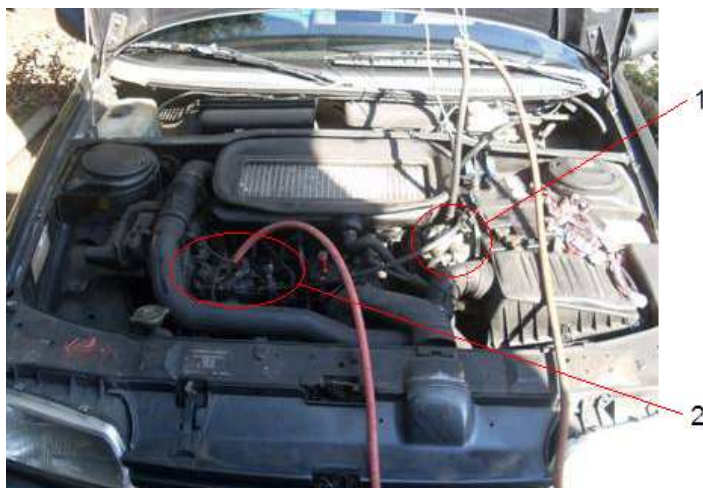
Sériové vozidlo sice používáme ke zkoušce, ale bez menších zásahů do konstrukce vozidla by toto měření nebylo možné udělat.

4.3.4.1 Příprava vozidla Peugeot 405 GRDT k měření spotřeby paliva

Abychom mohli měřit spotřebu, je nutno udělat pár zásahů do samotného vozidla. Pro přesné určení spotřeby paliva musíme vyřadit z provozu palivovou nádrž. Můžeme ji vyřadit, protože v tomto automobilu má funkci jen jako nádoba (sklad paliva) pro uchování pohonných hmot. V nádrži není žádné čerpadlo. Proto je možné hadice odpojit přímo na nádrži, ale kdybychom je odpojili přímo na nádrži a prodloužili je, aby dosáhly vedle automobilu, vznikl by zbytečný problém s únikem paliva z nádrže, museli bychom rozpojenou hadici důkladně zatěsnit ze strany nádrže. V nádrži je pouze hrubý filtr nečistot, který nebudeme potřebovat, protože palivo nalijeme do naší „nové“ nádrže přes filtrační papír viz. obr. 4.3.4.1. Pokud budeme hledat lepší místo pro napojení „nové“ nádrže budeme postupovat po hadicích, která přivádí naftu do motoru.

V motorovém prostoru je jako první umístěn jemný filtr, který je součástí mechanického čerpadla (to je umístěno v automobilu v tom případě, kdyby nám došla nafta a museli bychom novou naftu nasát z nádrže) viz. obr. 4.3.4.1 - 1. Pokud se na automobil podíváme z výškového hlediska, zjistíme že nádrž je umístěna pod podlahou mezi zadními koly a jemný filtr je cca o 70 cm výškový rozdíl. Je to z toho důvodu, že palivo mezi filtrem a nádrží nemusí být soustavně plná paliva. Pokud budeme postupovat dále následuje rotační mechanické čerpadlo, které má také svou malou nádrž cca 1 dcl viz. obr. 4.3.4.1 - 2. Rotační pohyb čerpadla zajišťuje ozubený řemen,

který pohání spalovací motor a zajišťuje časování motoru (sání, komprese, expanze, výfuk). Čerpadlo rozděljuje dávky paliva na jednotlivé vstřikovače, které rozpráší palivo do válce, kde se smísí se vzduchem a nastane výbuch. Část od jemného filtru až po vstřikovač je pod stálým tlakem (hladinou) nafty. Pokud nám někde nafta v těchto místech uniká, systém se zavzdušní, vozidlo nejde nastartovat.



Obr. 4.3.4.1 Zapojení „nové“ nádrže do palivového systému:

1. Filtr jemných nečistot, mechanické čerpadlo nafty
2. Vstřikovací čerpadlo Roto-diesel

Pokud je celý systém v pořádku, tak si čerpadlo samo přisává potřebnou dávku nafty z nádrže. Rozhodl jsem se připojit novou kontrolní nádrž před filtr jemných nečistot viz. obr. 4.3.4.1 - 1, aby nedošlo k zbytečnému zavzdušnění systému a následnému zbavování se vzduchových bublin z čerpadla. Ještě je nutné přepojit přepadovou hadici, která nám odvádí přebytečnou naftu ze vstřikovačů a čerpadla zpět do nádrže viz. obr. 4.3.4.1 - 2. Zpátky do nádrže se vrací zhruba 1/8 přivedené nafty. Z elektrického rozvodu není třeba nic upravovat.

4.3.4.2 Příprava vozidel Fiat a Hyundai k měření spotřeby paliva

Příprava je obdobná jako u Peugeotu 405. Ale samotná příprava spočívá v tom, že vyjmeme z nádrže podávací čerpadlo (je to soustava podávacího čerpadla a zároveň, je zde i zaústění zpětné větve, která odvádí přebytečné palivo zpět z motoru). A tuto celou soustavu ponoříme do námi vytvořené nové nádrže, která je umístěná vedle automobilu. Z elektrického rozvodu není třeba nic upravovat.

4.3.5 Teorie k chybám

Naměřená data spotřeby motorů jsou podkladem pro statistické vyhodnocení. Vyhodnocení těchto dat spočívá ve vyjádření nejistoty měření. Nejistota měření je parametr přiřazený k výsledku měření, charakterizující rozptyl hodnot, které lze důvodně přiřazovat k měřené veličině. Jedná se o parametr charakterizující rozptyl hodnot okolo výsledné naměřené hodnoty, v němž s jistou pravděpodobností je hodnota pravá. Standardní nejistotou se označuje nejistota daná směrodatnou odchylkou veličiny, pro niž je nejistota udávána. Nejistoty měření obsahují obvykle řadu složek vyplývajících z různých zdrojů nejistot. Vyjádření přesnosti měření nejistotou měření předpokládá, že byly nejprve vyloučeny hrubé chyby a chyby systematické. Můžeme tedy říci, že byly vyloučeny odstranitelné systematické jevy. [3]

Nejistoty měření se podle způsobu vyhodnocení dělí do skupin [3]:

- standardní nejistota typu A označovaná symbolem u_A
- standardní nejistota typu B označovaná symbolem u_B
- kombinovaná standardní nejistota označovaná symbolem u_C

Standardní nejistota typu A – stanovíme ji statistickým zpracováním naměřených hodnot. Nejprve se opakovaným měřením spotřeby motoru Q a výpočtem aritmetického průměru stanoví odhad hodnoty \bar{Q} . Aritmetický průměr spotřeby motoru Q pro n měření je dán vztahy [3]:

$$\bar{Q} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n} [kW]$$

[3] (8)

\bar{Q}	aritmetický průměr spotřeby motoru [g/hod]
Q_i	i-tá spotřeba motoru Q [g/hod]
n	počet měření (v našem případě n = 5) [-]

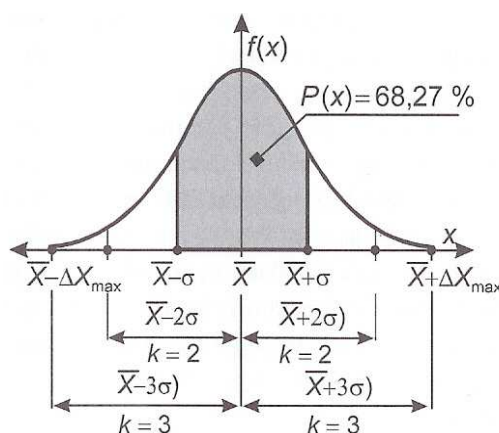
Pozn. n=5, pět opakování je z důvodu, že je velký počet měření a není možné provést více opakování.

Standardní nejistota typu A $u_A(P)$ k odhadu \bar{Q} je pak dána výběrovou směrodatnou odchylkou aritmetického průměru podle vztahu :

$$u_A(Q) = \sigma(\bar{Q}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q})^2}{(n-1)}} [g / hod] \quad [3] (9)$$

$u_A(Q)$	standardní nejistota typu A [g/hod]
$\sigma(\bar{Q})$	rozptyl aritmetického průměru [g/hod]
\bar{Q}	aritmetický průměr spotřeby motoru [g/hod]
Q_i	i-tá spotřeba motoru Q [g/hod]
n	počet měření (v našem případě n = 5) [-]

Statistické rozdělení odchylek od výběrového průměru, tj. rozptyl hodnot, odpovídá rozdělení normálnímu (Gaussovu).



Obr. 2.8 Hustota normálního rozdělení pravděpodobnosti [3]

Pro vyhodnocení dat jsem volil součinitel $k = 1$, tedy pravděpodobnost, že odchylka

od aritmetického průměru \bar{Q} nabude hodnoty v intervalu $\langle +\sigma, -\sigma \rangle$, nebo-li pro interval $\bar{Q} \pm \sigma$, plocha vymezuje pravděpodobnost 68,27%.

Pro výpočet dolní a horní odchylky pak budou platit vztahy:

$$\text{Dolní odchylka} = \bar{Q} - u_A(Q) \quad [g / \text{hod}] \quad (10)$$

$$\text{Horní odchylka} = \bar{Q} + u_A(Q) \quad [g / \text{hod}] \quad (11)$$

dolní odchylka	dolní odchylka od aritmetického průměru spotřeby motoru [g/hod]
horní odchylka	horní odchylka od aritmetického průměru spotřeby motoru [g/hod]
\bar{Q}	aritmetický průměr spotřeby motoru [g/hod]
$u_A(Q)$	standardní nejistota typu A [g/hod]

Standardní nejistota typu B – jedná se o nejistotu přístroje, která je daná nejistotou výsledku přímého měření veličiny mající zanedbatelnou základní nejistotu. Základní nejistota měřené veličiny je nejmenší nejistota, která může být udána při popisu měřené veličiny. [3]

Třída přesnosti přístroje je kategorie měřících přístrojů splňujících soubor specifikací týkajících se nejistoty. Třída nejistoty vždy specifikuje mezní hodnotu nejistoty přístroje za specifikovaných podmínek. Standardní nejistota typu B je dána vztahem:

$$u_B(Q) = \frac{TP}{100} M \frac{1}{\sqrt{3}} [g / \text{hod}] \quad [3] \quad (12)$$

$u_B(Q)$	standardní nejistota typu B [g/hod]
TP	třída přesnosti (v našem případě ± 2 %, tedy $TP = 4$) [-]
M	největší hodnota měřícího rozsahu (v našem případě $M = 250$ g) [g]

Kombinovaná standardní nejistota – skládá se z obou základních typů nejistot A a B a je dána vztahem:

$$u_c(Q) = \sqrt{u_A^2(Q) + u_B^2(Q)} [g / hod] \quad [3] (13)$$

$u_C(Q)$	kombinovaná standardní nejistota [g/hod]
$u_A(Q)$	standardní nejistota typu A [g/hod]
$u_B(Q)$	standardní nejistota typu B [g/hod]

Kombinovaná standardní nejistota nám udává, v jakém rozptylu od aritmetického průměru spotřeby motoru se naměřená data nacházejí. Dolní a horní mez těchto intervalů lze spočítat dle vztahů:

$$DMI = \bar{Q} - \frac{u_c(Q)}{2} [g / hod] \quad [3] (14)$$

$$HMI = \bar{Q} + \frac{u_c(Q)}{2} [g / hod] \quad [3] (15)$$

DMI	dolní mez intervalu výkonu motoru [g/hod]
HMI	horní mez intervalu výkonu motoru [g/hod]
\bar{Q}	aritmetický průměr výkonu motoru [g/hod]
$u_C(Q)$	kombinovaná standardní nejistota [g/hod]

Na základě těchto výpočtů sestavím graf porovnání spotřeby motoru, kdy osa y je osou spotřeby motoru [g/hod] a osa x představuje rychlost automobilu. V tomto grafu je znázorněna hodnota spotřeby motoru naměřena ve zkušebně.

4.3.6 Měření spotřeby paliva při volnoběhu u automobilu Peugeot 405

U tohoto měření je důležité, mít vozidlo upraveno viz. kapitola 4.3.4.1. Test probíhá při dvou světelných režimech. První měření je při továrním zapojení světlometů (hlavní světlomety, obrysové světlomety, osvětlení přístrojové desky a všech ovladačů, koncové světlomety a osvětlení SPZ, celkem potřebný příkon 232 W). Odměříme si palivo a nalijeme do kádinky viz. obr. 4.3.6.1. Nastartujeme vozidlo. Zapneme osvětlení (viz výše). Motor máme zahřátý na provozní teplotu. Odměříme si aktuální hmotnost paliva, zapíšeme počáteční hodnotu do tabulky a spustíme stopky. Druhé měření. Postup měření je stejný jako u prvního měření, ale zapneme pouze Led-diodové světla o příkonu 10 W.



Obr. 4.3.6.1 Odměrná nádrž s digitální váhou a stopkami

Volnoběžné otáčky 750 – 760 ot/min

Teplota 14°C

Hmotnost nádoby..... 416 g

2 l nafty + nádoba 1575 g

Měření č.1

Tab. 4.3.6.1 Spotřebovaná nafta
při potřebném příkonu 232 W (H4)

1.	0 min	1575 g
2.	5 min	1529 g
3.	10 min	1484 g
4.	15 min	1439 g
5.	20 min	1393 g
6.	25 min	1348 g
7.	30 min	1302 g
8.	35 min	1255 g
9.	40 min	1210 g
10.	45 min	1166 g
11.	50 min	1119 g
12.	55 min	1073 g
13.	60 min	1029 g

Spotřebovaná nafta $1575 - 1029 = 546$ g

$546 \text{ g} \Rightarrow (546 / 842,5) = 0,65 \text{ l}$ nafty při ceně 33,30 Kč / l (19.4.2010) \Rightarrow hodina provozu motoru na volnoběžné otáčky stojí 21,65 Kč

Měření č.2

Tab. 4.3.6.2 Spotřebovaná nafta
při potřebném příkonu 10 W (LED-diody)

1.	0 min	1431 g
2.	5 min	1391 g
3.	10 min	1351 g
4.	15 min	1312 g
5.	20 min	1271 g
6.	25 min	1231 g
7.	30 min	1190 g
8.	35 min	1149 g
9.	40 min	1109 g
10.	45 min	1069 g
11.	50 min	1030 g
12.	55 min	991 g
13.	60 min	951 g

Spotřebovaná nafta $1431 - 951 = 480$ g

$480 \text{ g} \Rightarrow (480 / 842,5) = 0,57 \text{ l}$ nafty při ceně 33,30 Kč / l (10.5.2010) \Rightarrow hodina provozu motoru na volnoběžné otáčky stojí 18,98 Kč

Při použití denních světlometů s LED diodami, oproti klasickému zapojení a použití žárovek H4, ušetříme při hodinovém provozu naftového motoru o objemu 1769 cm^3 , $21,65 - 18,98 = \mathbf{2,67 \text{ Kč}}$.

4.3.7 Měření spotřeby paliva Peugeot 405 (P405) – na válcové zkušebně

Metodika měření viz. kapitola 4.3.3

Měření č.1 stojící automobil P405, volnoběžné otáčky motoru $n^m=750 \text{ min}^{-1}$

Tab. 4.3.7.1 Měření spotřeby paliva
pro volnoběžné otáčky (H4 – LED)

	P405 H4	P405 LED
	[g/hod]	[g/hod]
1	550	485
2	540	489
3	540	468
4	542	473
5	551	480

Tab. 4.3.7.2 Tabulka nejistot pro volnoběžné
Otáčky (H4-LED)

aritmetický průměr	544,6	479
směrovat. odchylka	5,458937626	8,5732141
K=1 (pst 67%)dolní	539,1	470,4267859
K=1 (pst 67%)horní	550,1	487,5732141
uA	5,458937626	8,5732141
uB	6,0044428	6,0044428
kombinovaná	8,115006675	10,46677282

Při volnoběžných otáčkách motoru a nulové rychlosti (např. stání v koloně) ušetříme při použití denních světlometů 65,6 g paliva => 0,08 l/hod. Tato hodnota se zdá malá, ale je to jen po hodině provozu.

Měření č.2 automobil P405 jedoucí 30 km/hod, otáčky motoru 1 350 min⁻¹

Tab. 4.3.7.3 Měření spotřeby paliva
při rychlosti 30 km/hod (H4 – LED)

	P405 H4	P405 LED
	[g/hod]	[g/hod]
1	840	772
2	842	776
3	851	765
4	832	770
5	836	780

Tab. 4.3.7.4 Tabulka nejistot při rychlosti
30 km/hod (H4 – LED)

aritmetický průměr	840,2	772,6
směrovat. odchylka	7,155417528	5,727128425
K=1 (pst 67%)dolní	833,0	766,8728716
K=1 (pst 67%)horní	847,4	778,3271284
uA	7,155417528	5,727128425
uB	6,0044428	6,0044428
kombinovaná	9,340949274	8,297790871

Při otáčkách motoru 1 350 min⁻¹ a 30 km/hod rychlosti, ušetříme při použití denních světlometů 69,6 g paliva => 0,083 l/hod.

Měření č.3 automobil P405 jedoucí 50 km/hod, otáčky motoru 1 750 min⁻¹

Tab. 4.3.7.5 Měření spotřeby paliva
při rychlosti 50 km/hod (H4 – LED)

	P405 H4	P405 LED
	[g/hod]	[g/hod]
1	1090	1013
2	1079	1008
3	1092	1010
4	1096	1005
5	1089	1007

Tab. 4.3.7.6 Tabulka nejistot při rychlosti 50 km/hod
(H4 – LED)

aritmetický průměr	1089,2	1008,6
směrovat. odchylka	6,300793601	3,049590136
K=1 (pst 67%)dolní	1082,9	1005,55041
K=1 (pst 67%)horní	1095,5	1011,64959
uA	6,300793601	3,049590136
uB	6,0044428	6,0044428
kombinovaná	8,703639086	6,73448835

Při otáčkách motoru 1 750 min⁻¹ a 50 km/hod rychlosti, ušetříme při použití denních světlometů 80,6 g paliva => 0,098 l/hod.

Měření č.4 automobil P405 jedoucí 70 km/hod, otáčky motoru 1 950 min⁻¹

Tab. 4.3.7.7 Měření spotřeby paliva
při rychlosti 70 km/hod (H4 – LED)

	P405 H4	P405 LED
	[g/hod]	[g/hod]
1	1342	1271
2	1340	1262
3	1335	1268
4	1338	1263
5	1347	1262

Tab. 4.3.7.8 Tabulka nejistot při rychlosti
70 km/hod (H4 – LED)

aritmetický průměr	1340,4	1265,2
směrovat. odchylka	4,50555213	4,086563348
K=1 (pst 67%)dolní	1335,9	1261,113437
K=1 (pst 67%)horní	1344,9	1269,286563
uA	4,50555213	4,086563348
uB	6,0044428	6,0044428
kombinovaná	7,506885728	7,263148996

Při otáčkách motoru 1 950 min⁻¹ a 70 km/hod rychlosti, ušetříme při použití denních světlometů 75,2 g paliva => 0,090 l/hod.

Měření č.5 automobil P405 jedoucí 90 km/hod, otáčky motoru 2 300 min⁻¹

Tab. 4.3.7.9 Měření spotřeby paliva
při rychlosti 90 km/hod (H4 – LED)

	P405 H4	P405 LED
	[g/hod]	[g/hod]
1	1610	1556
2	1618	1554
3	1621	1549
4	1617	1551
5	1615	1552

Tab. 4.3.7.10 Tabulka nejistot při rychlosti
90 km/hod (H4 – LED)

aritmetický průměr	1616,2	1552,4
směrodat odchylka	4,086563348	2,701851217
K=1 (pst 67%)dolní	1612,1	1549,698149
K=1 (pst 67%)horní	1620,3	1555,101851
uA	4,086563348	2,701851217
uB	6,0044428	6,0044428
kombinovaná	7,263148996	6,58432482

Při otáčkách motoru 2 300 min⁻¹ a 90 km/hod rychlosti, ušetříme při použití denních světlometů 63,8 g paliva => 0,09 l/hod.

Měření č.6 automobil P405 jedoucí 110 km/hod, otáčky motoru 3 150 min⁻¹

Tab. 4.3.7.11 Měření spotřeby paliva
při rychlosti 110 km/hod (H4 – LED)

	P405 H4	P405 LED
	[g/hod]	[g/hod]
1	2124	2076
2	2116	2072
3	2127	2079
4	2131	2082
5	2122	2081

Tab. 4.3.7.12 Tabulka nejistot při rychlosti
110 km/hod (H4 – LED)

aritmetický průměr	2124,0	2078
směrovat. odchylka	5,61248608	4,062019202
K=1 (pst 67%)dolní	2118,4	2073,937981
K=1 (pst 67%)horní	2129,6	2082,062019
uA	5,61248608	4,062019202
uB	6,0044428	6,0044428
kombinovaná	8,219083485	7,249367789

Při otáčkách motoru $3\,150\,\text{min}^{-1}$ a 110 km/hod rychlosti, ušetříme při použití denních světlometů 46,0 g paliva $\Rightarrow 0,055\,\text{l/hod}$.

Měření č.7 automobil P405 jedoucí 130 km/hod, otáčky motoru $3\,600\,\text{min}^{-1}$

Tab. 4.3.7.13 Měření spotřeby paliva
při rychlosti 130 km/hod (H4 – LED)

	P405 H4	P405 LED
	[g/hod]	[g/hod]
1	2410	2363
2	2399	2369
3	2405	2371
4	2402	2364
5	2407	2368

Tab. 4.3.7.14 Tabulka nejistot při rychlosti
130 km/hod (H4 – LED)

aritmetický průměr	2404,6	2367
směrovat. odchylka	4,277849927	3,391164992
K=1 (pst 67%)dolní	2400,3	2363,608835
K=1 (pst 67%)horní	2408,9	2370,391165
uA	4,277849927	3,391164992
uB	6,0044428	6,0044428
kombinovaná	7,372471318	6,895892497

Při otáčkách motoru $3\,600\,\text{min}^{-1}$ a 130 km/hod rychlosti, ušetříme při použití denních světlometů 37,6 g paliva $\Rightarrow 0,045\,\text{l/hod}$.

Na základě těchto výpočtů sestavím celkovou tabulku (viz. tab. 5.1) pro lepší

přehlednost. Z této tabulky vykreslím graf rychlosti vozidla na hmotnosti uspořené paliva (viz. Obr. graf 5.1), graf rychlosti vozidla na litrech uspořené paliva porovnání spotřeby motoru (viz. Obr. graf 5.2), graf rychlosti vozidla na ceně uspořené paliva (viz. Obr. graf 5.3).

4.3.8 Měření spotřeby paliva Fiat Punto (F Punto) – na válcové zkušebně

Metodika měření viz. kapitola 4.3.3

Měření č.1 stojící automobil F Punto, volnoběžné otáčky motoru $n^m=1\ 000\ \text{min}^{-1}$

Tab. 4.3.8.1 Měření spotřeby paliva
pro volnoběžné otáčky (H4 – LED)

	F Punto H4	F Punto LED
	[g/hod]	[g/hod]
1	698	614
2	694	619
3	706	610
4	699	618
5	700	608

Tab. 4.3.8.2 Tabulka nejistot pro volnoběžné
otáčky (H4-LED)

aritmetický průměr	699,4	613,8
směrovat. odchylka	4,335896678	4,816637832
K=1 (pst 67%)dolní	695,1	608,9833622
K=1 (pst 67%)horní	703,7	618,6166378
uA	4,335896678	4,816637832
uB	6,0044428	6,0044428
kombinovaná	7,406303621	7,697618679

Při volnoběžných otáčkách motoru a nulové rychlosti (např. stání v koloně) ušetříme při použití denních světlometů 85,6 g paliva => 0,12 l/hod.

Měření č.2 automobil F Punto jedoucí 30 km/hod, otáčky motoru 2 150 min⁻¹

Tab. 4.3.8.3 Měření spotřeby paliva
při rychlosti 30 km/hod (H4 – LED)

	F Punto H4	F Punto LED
	[g/hod]	[g/hod]
1	1024	927
2	1020	924
3	1028	930
4	1025	928
5	1029	921

Tab. 4.3.8.4 Tabulka nejistot při rychlosti
30 km/hod (H4 – LED)

aritmetický průměr	1025,2	926
směrovat. odchylka	3,563705936	3,535533906
K=1 (pst 67%)dolní	1021,6	922,4644661
K=1 (pst 67%)horní	1028,8	929,5355339
uA	3,563705936	3,535533906
uB	6,0044428	6,0044428
kombinovaná	6,982358723	6,968022197

Při otáčkách motoru 2 150 min⁻¹ a 30 km/hod rychlosti, ušetříme při použití denních světlometů 99,2 g paliva => 0,134 l/hod.

Měření č.3 automobil F Punto jedoucí 50 km/hod, otáčky motoru 2 850 min⁻¹

Tab. 4.3.8.5 Měření spotřeby paliva
při rychlosti 50 km/hod (H4 – LED)

	F Punto H4	F Punto LED
	[g/hod]	[g/hod]
1	1329	1223
2	1331	1219
3	1335	1217
4	1327	1228
5	1324	1216

Tab. 4.3.8.6 Tabulka nejistot při rychlosti 50 km/hod
(H4 – LED)

aritmetický průměr	1329,2	1220,6
směrovat. odchylka	4,147288271	4,929503018
K=1 (pst 67%)dolní	1325,1	1215,670497
K=1 (pst 67%)horní	1333,3	1225,529503
uA	4,147288271	4,929503018
uB	6,0044428	6,0044428
kombinovaná	7,297488152	7,768740782

Při otáčkách motoru 2 850 min⁻¹ a 50 km/hod rychlosti, ušetříme při použití denních světlometů 108,6 g paliva => 0,15 l/hod.

Měření č.4 automobil F Punto jedoucí 70 km/hod, otáčky motoru 3 350 min⁻¹

Tab. 4.3.8.7 Měření spotřeby paliva
při rychlosti 70 km/hod (H4 – LED)

	F Punto H4	F Punto LED
	[g/hod]	[g/hod]
1	1699	1601
2	1711	1609
3	1705	1611
4	1707	1609
5	1700	1608

Tab. 4.3.8.8 Tabulka nejistot při rychlosti
70 km/hod (H4 – LED)

aritmetický průměr	1704,4	1607,6
směrovat. odchylka	4,979959839	3,847076812
K=1 (pst 67%)dolní	1699,4	1603,752923
K=1 (pst 67%)horní	1709,4	1611,447077
uA	4,979959839	3,847076812
uB	6,0044428	6,0044428
kombinovaná	7,800854654	7,131152315

Při otáčkách motoru 3 350 min⁻¹ a 70 km/hod rychlosti, ušetříme při použití denních světlometů 96,8 g paliva => 0,13 l/hod.

Měření č.5 automobil F Punto jedoucí 90 km/hod, otáčky motoru 3 750 min⁻¹

Tab. 4.3.8.9 Měření spotřeby paliva
při rychlosti 90 km/hod (H4 – LED)

	F Punto H4	F Punto LED
	[g/hod]	[g/hod]
1	2074	1995
2	2069	1990
3	2071	1994
4	2067	1989
5	2072	1999

Tab. 4.3.8.10 Tabulka nejistot při rychlosti
90 km/hod (H4 – LED)

aritmetický průměr	2070,6	1993,4
směrovat. odchylka	2,701851217	4,037325848
K=1 (pst 67%)dolní	2067,9	1989,362674
K=1 (pst 67%)horní	2073,3	1997,437326
uA	2,701851217	4,037325848
uB	6,0044428	6,0044428
kombinovaná	6,58432482	7,235560333

Při otáčkách motoru 3 750 min⁻¹ a 90 km/hod rychlosti, ušetříme při použití denních světlometů 77,2 g paliva => 0,129 l/hod.

Měření č.6 automobil F Punto jedoucí 110 km/hod, otáčky motoru 4 250 min⁻¹

Tab. 4.3.8.11 Měření spotřeby paliva
při rychlosti 110 km/hod (H4 – LED)

	F Punto H4	F Punto LED
	[g/hod]	[g/hod]
1	2464	2405
2	2468	2403
3	2471	2408
4	2469	2399
5	2473	2401

Tab. 4.3.8.12 Tabulka nejistot při rychlosti
110 km/hod (H4 – LED)

aritmetický průměr	2469,0	2403,2
směrovat. odchylka	3,391164992	3,492849839
K=1 (pst 67%)dolní	2465,6	2399,70715
K=1 (pst 67%)horní	2472,4	2406,69285
uA	3,391164992	3,492849839
uB	6,0044428	6,0044428
kombinovaná	6,895892497	6,946461929

Při otáčkách motoru $4\ 250\ \text{min}^{-1}$ a 110 km/hod rychlosti, ušetříme při použití denních světlometů 105,2 g paliva $\Rightarrow 0,14\ \text{l/hod}$.

Měření č.7 automobil F Punto jedoucí 130 km/hod, otáčky motoru $4\ 750\ \text{min}^{-1}$

Tab. 4.3.8.13 Měření spotřeby paliva
při rychlosti 130 km/hod (H4 – LED)

	F Punto H4	F Punto LED
	[g/hod]	[g/hod]
1	2857	2801
2	2861	2806
3	2855	2804
4	2861	2807
5	2863	2802

Tab. 4.3.8.14 Tabulka nejistot při rychlosti
130 km/hod (H4 – LED)

aritmetický průměr	2859,4	2804
směrovat. odchylka	3,286335345	2,549509757
K=1 (pst 67%)dolní	2856,1	2801,45049
K=1 (pst 67%)horní	2862,7	2806,54951
uA	3,286335345	2,549509757
uB	6,0044428	6,0044428

Při otáčkách motoru $4\ 750\ \text{min}^{-1}$ a 130 km/hod rychlosti, ušetříme při použití denních světlometů 77 g paliva $\Rightarrow 0,104\ \text{l/hod}$.

Na základě těchto výpočtů sestavím celkovou tabulku (viz. tab. 5.2) pro lepší

přehlednost. Z této tabulky vykreslím graf rychlosti vozidla na hmotnosti uspořené paliva (viz. Obr. graf 5.4), graf rychlosti vozidla na litrech uspořené paliva porovnání spotřeby motoru (viz. Obr. graf 5.5), graf rychlosti vozidla na ceně uspořené paliva (viz. Obr. graf 5.6).

4.3.9 Měření spotřeby paliva Hyundai i30 (H i30) – na válcové zkušebně

Metodika měření viz. kapitola 4.3.3

Měření č.1 stojící automobil H i30, volnoběžné otáčky motoru $n^m = 950 \text{ min}^{-1}$

Tab. 4.3.9.1 Měření spotřeby paliva
pro volnoběžné otáčky (H4 – LED)

	H i30 H4	H i30 LED
	[g/hod]	[g/hod]
1	724	629
2	726	635
3	726	630
4	725	635
5	723	636

Tab. 4.3.9.2 Tabulka nejistot pro volnoběžné otáčky
(H4-LED)

aritmetický průměr	724,8	633
směrovat. odchylka	1,303840481	3,240370349
K=1 (pst 67%)dolní	723,5	629,7596297
K=1 (pst 67%)horní	726,1	636,2403703
uA	1,303840481	3,240370349
uB	6,0044428	6,0044428
kombinovaná	6,144374121	6,823000318

Při volnoběžných otáčkách motoru a nulové rychlosti (např. stání v koloně) ušetříme při použití denních světlometů 91,8 g paliva => 0,124 l/hod.

Měření č.2 automobil H i30 jedoucí 30 km/hod, otáčky motoru 1 450 min⁻¹

Tab. 4.3.9.3 Měření spotřeby paliva
při rychlosti 30 km/hod (H4 – LED)

	H i30 H4	H i30 LED
	[g/hod]	[g/hod]
1	1051	962
2	1055	961
3	1055	958
4	1052	959
5	1059	960

Tab. 4.3.9.4 Tabulka nejistot při rychlosti 30 km/hod
(H4 – LED)

aritmetický průměr	1054,4	960
směrovat. odchylka	3,130495169	1,58113883
K=1 (pst 67%)dolní	1051,3	958,4188612
K=1 (pst 67%)horní	1057,5	961,5811388
uA	3,130495169	1,58113883
uB	6,0044428	6,0044428
kombinovaná	6,771508941	6,209133058

Při otáčkách motoru 1 450 min⁻¹ a 30 km/hod rychlosti, ušetříme při použití denních světlometů 94,4 g paliva => 0,128 l/hod.

Měření č.3 automobil H i30 jedoucí 50 km/hod, otáčky motoru 1 950 min⁻¹

Tab. 4.3.9.5 Měření spotřeby paliva
při rychlosti 50 km/hod (H4 – LED)

	H i30 H4	H i30 LED
	[g/hod]	[g/hod]
1	1419	1342
2	1418	1339
3	1418	1345
4	1425	1337
5	1424	1341

Tab. 4.3.9.6 Tabulka nejistot při rychlosti 50 km/hod
(H4 – LED)

aritmetický průměr	1420,8	1340,8
směrovat. odchylka	3,420526275	3,033150178
K=1 (pst 67%)dolní	1417,4	1337,76685
K=1 (pst 67%)horní	1424,2	1343,83315
uA	3,420526275	3,033150178
uB	6,0044428	6,0044428
kombinovaná	6,910378668	6,727059784

Při otáčkách motoru $1\,950\text{ min}^{-1}$ a 50 km/hod rychlosti, ušetříme při použití denních světlometů 68 g paliva $\Rightarrow 0,092\text{ l/hod}$.

Měření č.4 automobil H i30 jedoucí 70 km/hod, otáčky motoru $2\,550\text{ min}^{-1}$

Tab. 4.3.9.7 Měření spotřeby paliva
při rychlosti 70 km/hod (H4 – LED)

	H i30 H4	H i30 LED
	[g/hod]	[g/hod]
1	1734	1667
2	1735	1661
3	1741	1672
4	1740	1664
5	1743	1669

Tab. 4.3.9.8 Tabulka nejistot při rychlosti
70 km/hod (H4 – LED)

aritmetický průměr	1738,6	1666,6
směrovat. odchylka	3,911521443	4,277849927
K=1 (pst 67%)dolní	1734,7	1662,32215
K=1 (pst 67%)horní	1742,5	1670,87785
uA	3,911521443	4,277849927
uB	6,0044428	6,0044428
kombinovaná	7,16612401	7,372471318

Při otáčkách motoru $2\,550\text{ min}^{-1}$ a 70 km/hod rychlosti, ušetříme při použití denních světlometů 72 g paliva $\Rightarrow 0,01\text{ l/hod}$.

Měření č.5 automobil H i30 jedoucí 90 km/hod, otáčky motoru 2 750 min⁻¹

Tab. 4.3.9.9 Měření spotřeby paliva
při rychlosti 90 km/hod (H4 – LED)

	H i30 H4	H i30 LED
	[g/hod]	[g/hod]
1	2090	2004
2	2089	2009
3	2086	2001
4	2091	2010
5	2090	2008

Tab. 4.3.9.10 Tabulka nejistot při rychlosti
90 km/hod (H4 – LED)

aritmetický průměr	2089,2	2006,4
směrovat. odchylka	1,923538406	3,78153408
K=1 (pst 67%)dolní	2087,3	2002,618466
K=1 (pst 67%)horní	2091,1	2010,181534
uA	1,923538406	3,78153408
uB	6,0044428	6,0044428
kombinovaná	6,305024451	7,096008268

Při otáčkách motoru 2 750 min⁻¹ a 90 km/hod rychlosti, ušetříme při použití denních světlometů 68,8 g paliva => 0,09 l/hod.

Měření č.6 automobil H i30 jedoucí 110 km/hod, otáčky motoru 3 550 min⁻¹

Tab. 4.3.9.11 Měření spotřeby paliva
při rychlosti 110 km/hod (H4 – LED)

	H i30 H4	H i30 LED
	[g/hod]	[g/hod]
1	2483	2428
2	2485	2437
3	2481	2431
4	2486	2432
5	2487	2437

Tab. 4.3.9.12 Tabulka nejistot při rychlosti
110 km/hod (H4 – LED)

aritmetický průměr	2484,4	2433
směodat. odchylka	2,408318916	3,937003937
K=1 (pst 67%)dolní	2482,0	2429,062996
K=1 (pst 67%)horní	2486,8	2436,937004
uA	2,408318916	3,937003937
uB	6,0044428	6,0044428
kombinovaná	6,469415223	7,180064995

Při otáčkách motoru $3\,550\text{ min}^{-1}$ a 110 km/hod rychlosti, ušetříme při použití denních světlometů 51,4 g paliva $\Rightarrow 0,07\text{ l/hod}$.

Měření č.7 automobil H i30 jedoucí 130 km/hod, otáčky motoru $4\,250\text{ min}^{-1}$

Tab. 4.3.9.13 Měření spotřeby paliva
při rychlosti 130 km/hod (H4 – LED)

	H i30 H4	H i30 LED
	[g/hod]	[g/hod]
1	2869	2823
2	2871	2822
3	2864	2826
4	2865	2819
5	2862	2825

Tab. 4.3.9.14 Tabulka nejistot při rychlosti
130 km/hod (H4 – LED)

aritmetický průměr	2866,2	2823
směrovat. odchylka	3,701351105	2,738612788
K=1 (pst 67%)dolní	2862,5	2820,261387
K=1 (pst 67%)horní	2869,9	2825,738613
uA	3,701351105	2,738612788
uB	6,0044428	6,0044428
kombinovaná	7,05360428	6,59949493

Při otáčkách motoru $4\,250\text{ min}^{-1}$ a 130 km/hod rychlosti, ušetříme při použití denních světlometů 43,2 g paliva $\Rightarrow 0,06\text{ l/hod}$.

Na základě těchto výpočtů sestavím celkovou tabulku (viz. tab. 5.3) pro lepší

přehlednost. Z této tabulky vykreslím graf rychlosti vozidla na hmotnosti uspořené paliva (viz. Obr. graf 5.7), graf rychlosti vozidla na litrech uspořené paliva porovnání spotřeby motoru (viz. Obr. graf 5.8), graf rychlosti vozidla na ceně uspořené paliva (viz. Obr. graf 5.9).

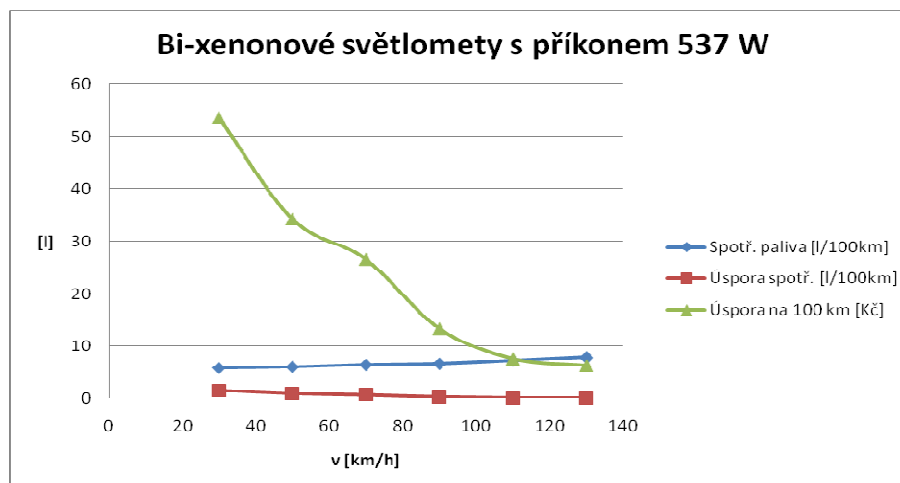
4.3.10 Měření spotřeby paliva Peugeot 405 (P405) – při zapojení různých světelných systémů

Peugeot 405 GRDT se sériovými halogenovými světlomety, pro porovnání světelného toku s Bi-xenonovými výbojkami s 3,5 krát silnějšími halogenovými žárovkami (vznětový)

žárovky (halogenové H4) ve světlometech 2 x 192,5 W	385 W
žárovky v koncových světlech vzadu 2 x 21 W, 2 x 5 W	52 W
žárovky parkovacích světel vpředu 2 x 5 W	10 W
žárovky osvětlení zadní registrační značky 2 x 10 W	20 W
osvětlení ovládačů v interiéru vozidla 10 x 2 W	20 W
osvětlení palubních přístrojů 4 x 5 W	20 W
celkem elektrického příkonu	537 W

Tab. 4.3.10.1 Tabulka vypočtených hodnot pro Bi-xenonové světlomety

v [km/h]	30	50	70	90	110	130
n_m [1/min]	1 350	1 750	1 950	2 300	3 400	3 600
P [W]	2 459	3 989	5 794	11 289	21 597	29 138
Příkon světlometů [W]	537					
Příkon při 80% η alternátoru [W]	671					
Spotř. paliva [l/100km]	5,9	6,1	6,5	6,7	7,3	7,9
Úspora spotř. [l/100km]	1,61	1,03	0,80	0,40	0,23	0,19
Úspora pal. na 20 000 km [l]	322	206	160	80	46	38
Úspora na 100 km [Kč]	53,64	34,30	26,64	13,40	7,70	6,40
Úspora na 20 000 km [Kč]	10 720	6 860	5 328	2 680	1 540	1 280



Obr. 4.3.10.1 Graf závislosti spotřeby na úspoře paliva pro Bi-xenonové světlomety

Je to extrémní příklad, ale taková vysoká spotřeba může nastat i v případě zapnutí mlhových světlometů za snížené viditelnosti, nebo připojení přívěsu. Připočteme-li k tomu další spotřebiče (ventilátor topení, klimatizace, ventilátory chlazení motoru, autorádio,...), nastane situace, kdy v elektrické síti vozidla se zvýší odběr elektrické energie. Dobíjecí soustava je přetížena (obzvlášť u starších vozidel), akumulátor je málo dobíjen, u alternátoru dochází k poškození především diodového usměrňovače. Alternátor se přehřívá, dojde k měknutí plastových částí, např. ložisek a následně uvolnění ložiska ve víku, což způsobí vyosení rotoru alternátoru a následně destrukci vnitřních částí, statoru, regulátoru.

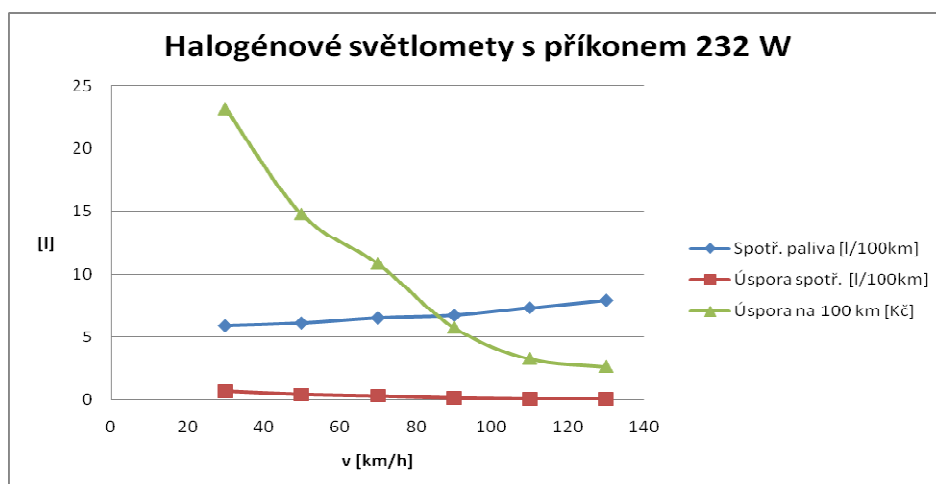
Peugeot 405 GRDT se sériovými halogenovými světlomety (vznětový)

žárovky (halogenové H4) ve světlometech 2 x 55 W	110 W
žárovky v koncových světlech vzadu 2 x 21 W, 2x 5 W	52 W
žárovky parkovacích světel vpředu 2 x 5 W	10 W
žárovky osvětlení zadní registrační značky 2 x 10 W	20 W
osvětlení ovládačů v interiéru vozidla 10 x 2 W	20 W
osvětlení palubních přístrojů 4 x 5 W	20 W
celkem elektrického příkonu	<u>232 W</u>

Tab. 4.3.10.2 Tabulka vypočtených hodnot pro halogenové světlomety

v [km/h]	30	50	70	90	110	130
n_m [1/min]	1 350	1 750	1 950	2 300	3 400	3 600
P [W]	2 459	3 989	5 794	11 289	21 597	29 138
Příkon světlometů [W]	232					
Příkon při 80% η alternátoru [W]	290					
Spotř. paliva [l/100km]	5,9	6,1	6,5	6,7	7,3	7,9
Úspora spotř. [l/100km]	0,70	0,44	0,33	0,17	0,10	0,08
Úspora pal. na 20 000 km [l]	139	89	65	34	20	16
Úspora na 100 km [Kč]	23,17	14,77	10,83	5,73	3,26	2,62
Úspora na 20 000 km [Kč]	4 635	2 953	2 167	1 146	653	524

Motor disponuje výkonem 60 kW při 4 000 min⁻¹. Pokud automobil svítí, je tedy schopen maximálního výkonu 59,768 kW. Automobil ovšem málokdy provozujeme v režimu maximálního výkonu. Průměrně můžeme předpokládat zvýšení spotřeby o 0,6 litru / 100 km (o 0,1 průměrné spotřeby paliva na 100 km).



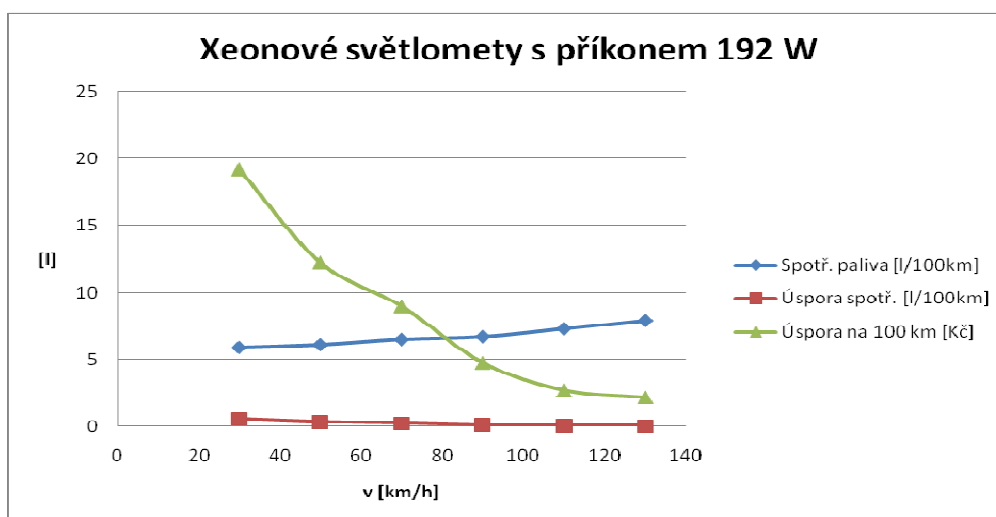
Obr. 4.3.10.2 Graf závislosti spotřeby na úspoře paliva pro halogenové světlomety

Peugeot 405 GRDT s přestavbou na xenonové světlomety (vznětový)

Xenonové výbojky ve světlometech 2 x 35 W	70 W
žárovky v koncových světlech vzadu 2 x 21 W, 2x 5 W	52 W
žárovky parkovacích světel vpředu 2 x 5 W	10 W
žárovky osvětlení zadní registrační značky 2 x 10 W	20 W
osvětlení ovládačů v interiéru vozidla 10 x 2 W	20 W
osvětlení palubních přístrojů 4 x 5 W	20 W
celkem elektrického příkonu	<u>192 W</u>

Tab. 4.3.10.3 Tabulka vypočtených hodnot pro xenonové světlomety

v [km/h]	30	50	70	90	110	130
n_m [1/min]	1 350	1 750	1 950	2 300	3 400	3 600
P [W]	2 459	3 989	5 794	11 289	21 597	29 138
Příkon světlometů [W]	192					
Příkon při 80% η alternátoru [W]	240					
Spotř. paliva [l/100km]	5,9	6,1	6,5	6,7	7,3	7,9
Úspora spotř. [l/100km]	0,58	0,37	0,27	0,14	0,08	0,07
Úspora pal. na 20 000 km [l]	115	73	54	28	16	13
Úspora na 100 km [Kč]	19,18	12,22	8,97	4,74	2,70	2,17
Úspora na 20 000 km [Kč]	3 836	2 444	1 793	949	540	433



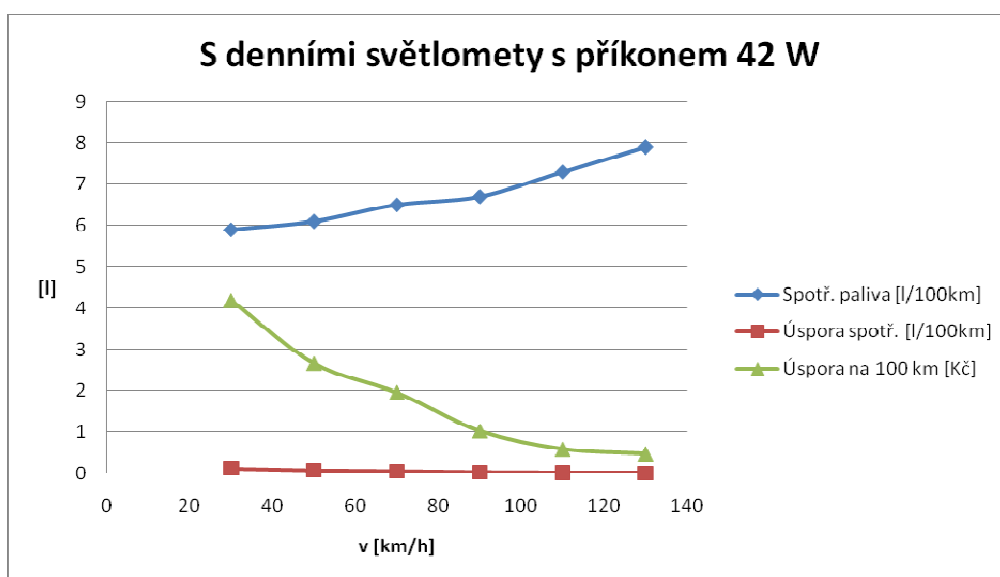
Obr. 4.3.10.3 Graf závislosti spotřeby na úspoře paliva pro xenonové světlomety

Žárovky 2 x 21 W

42 W

Tab. 4.3.10.4 Tabulka vypočtených hodnot pro denní světlomety (2 x 21 W)

v [km/h]	30	50	70	90	110	130
n_m [1/min]	1 350	1 750	1 950	2 300	3 400	3 600
P [W]	2 459	3 989	5 794	11 289	21 597	29 138
Příkon světlometů [W]	42					
Příkon při 80% η alternátoru [W]	53					
Spotř. paliva [l/100km]	5,9	6,1	6,5	6,7	7,3	7,9
Úspora spotř. [l/100km]	0,13	0,08	0,06	0,03	0,02	0,01
Úspora pal. na 20 000 km [l]	25	16	12	6	4	3
Úspora na 100 km [Kč]	4,20	2,67	1,96	1,04	0,59	0,47
Úspora na 20 000 km [Kč]	839	535	392	208	118	95



Obr. 4.3.10.4 Graf závislosti spotřeby na úspoře paliva pro denní světlomety

Žárovky 2 x 5 W

10 W

Veškeré úspory v těchto kalkulacích jsou počítány, jako bychom používali uvedený světelný systém (který je v každé kalkulaci uveden) a místo něj bychom použili denní Led diody s celkovou spotřebou 10 W.

Při zapnutí denních světlometů nemusí dle vyhlášky být v činnosti hlavní světlomety ani parkovací světla, v tomto případě se nerozsvítí ani osvětlení přístrojové desky, podsvícení všech ovladačů, které jsou v automobilu umístěny.

Při použití dvou denních světlometů činí spotřeba 2 x 21 W, tj. 42 W. Úspora tedy činí 82 % elektrické energie. Ve druhém případě při použití denních světlometů s LED diodami činí úspora, oproti klasickému zapojení (žárovky H4) cca 95 % elektrické energie bez zvýšené spotřeby paliva.

V následující tabulce je srovnání, jak volba žárovky může ovlivnit příkon el. energie:

Tab. 4.3.10.5 Tabulka příkonů pro jednotlivé žárovky

Zdroj světla	Spotřeba el. energie [W]
Bi-xenonová výbojka	192,5
Halogenová žárovka H4	55
Xenonová výbojka	35
Žárovka pro denní světlomety	21
Led diodové denní světlomety	5

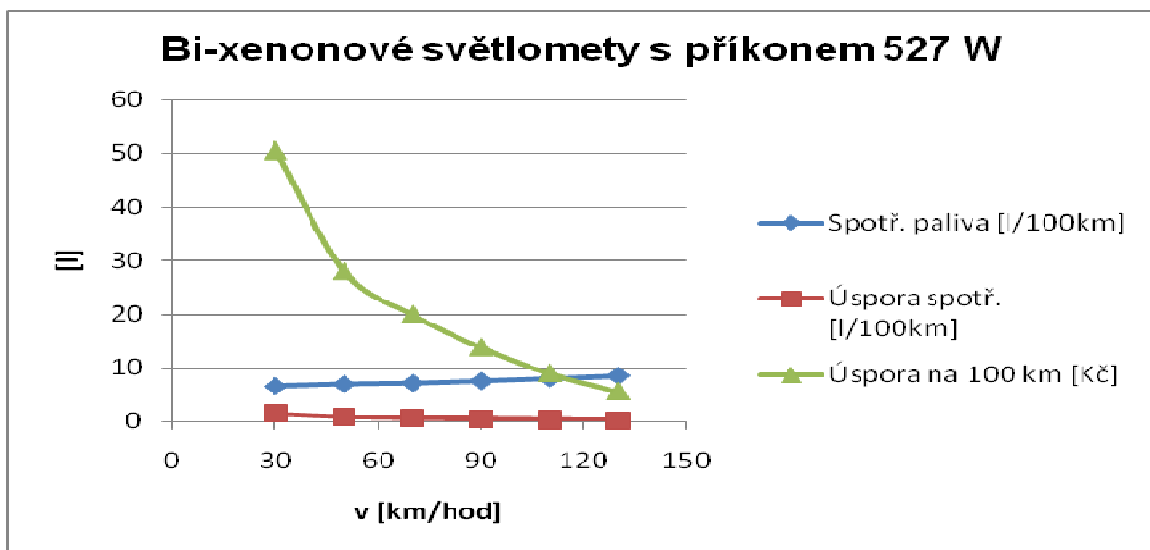
4.3.11 Měření spotřeby paliva Fiat Punto (F Punto) – při zapojení různých světelných systémů

Fiat Punto 1,2i s Bi-xenonovými světlomety (zážehový)

žárovky (halogenové H4) ve světlometech 2 x 192,5 W	385 W
žárovky v koncových světlech vzadu 2 x 21 W,	42 W
žárovky parkovacích světel vpředu 2 x 5 W	10 W
žárovky osvětlení zadní registrační značky 2 x 10 W	20 W
osvětlení ovládačů v interiéru vozidla 10 x 2 W	20 W
osvětlení palubních přístrojů 4 x 5 W	20 W
celkem elektrického příkonu	<u>527 W</u>

Tab. 4.3.11.1 Tabulka vypočtených hodnot pro Bi-xenonové světlomety

v [km/h]	30	50	70	90	110	130
v [m/s]	8,33	13,89	19,44	25	30,56	36,11
nm[1/min]	1450	2200	2900	3200	3900	5100
of[N]	174,4	174,4	117,7	117,7	117,7	117,7
ov[N]	30,5	84,8	166,2	274,8	410,5	573,4
Fk[N]	204,9	259,2	283,9	392,5	528,2	691,1
Mm[Nm]	19,46	24,61	26,96	37,27	50,16	65,62
ω [rad/s]	151,77	230,27	303,53	334,93	408,2	533,8
P [W]	2953	5667	8184	12484	20475	35029
Příkon světlometů [W]	537					
Příkon při 80% η alternátoru [W]	671,25					
Spotř. paliva [l/100km]	6,5	6,9	7,1	7,5	8	8,5
Úspora spotř. [l/100km]	1,48	0,82	0,58	0,4	0,26	0,16
Úspora pal. na 20 000 km [l]	296	163	116	81	52	33
Úspora na 100 km [Kč]	50,53	27,95	19,92	13,79	8,97	5,57
Úspora na 20 000 km [Kč]	10 106	5 590	3 983	2 758	1 794	1 114



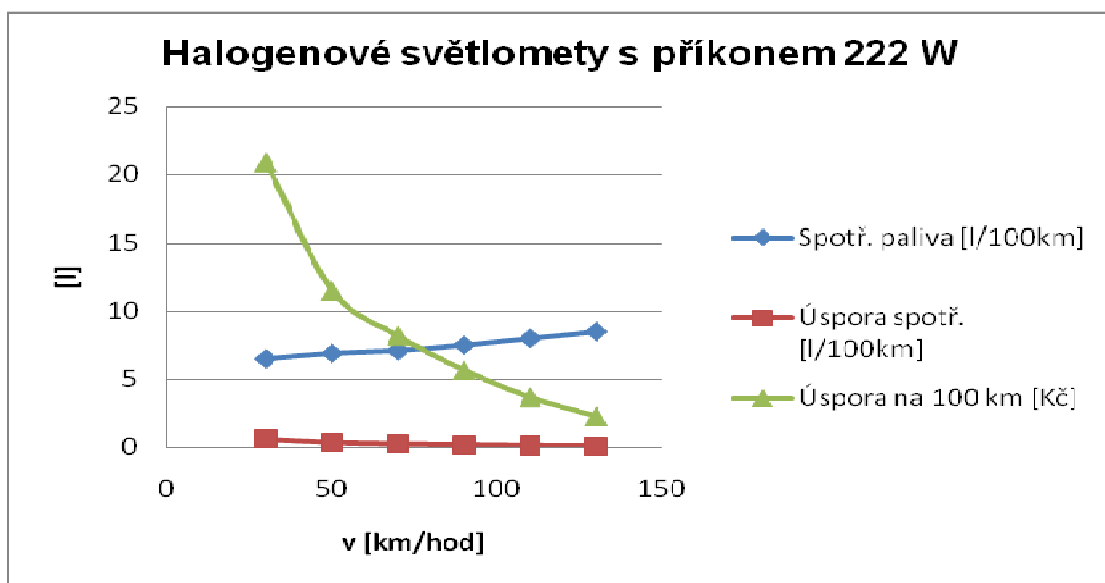
Obr. 4.3.11.1 Graf závislosti spotřeby na úspoře paliva pro Bi-xenonové světlomety

Fiat Punto 1,2i se sériovými halogenovými světlomety (zážehový)

žárovky (halogenové H4) ve světlometech 2 x 55 W	110 W
žárovky v koncových světlech vzadu 2 x 21 W	42 W
žárovky parkovacích světel vpředu 2 x 5 W	10 W
žárovky osvětlení zadní registrační značky 2 x 10 W	20 W
osvětlení ovládačů v interiéru vozidla 10 x 2 W	20 W
osvětlení palubních přístrojů 4 x 5 W	20 W
celkem elektrického příkonu	<u>222 W</u>

Tab. 4.3.11.2 Tabulka vypočtených hodnot pro halogenové světlomety

v [km/h]	30	50	70	90	110	130
v [m/s]	8,33	13,89	19,44	25	30,56	36,11
n_m [1/min]	1450	2200	2900	3200	3900	5100
o_f [N]	174,4	174,4	117,7	117,7	117,7	117,7
o_v [N]	30,5	84,8	166,2	274,8	410,5	573,4
F_k [N]	204,9	259,2	283,9	392,5	528,2	691,1
M^m [Nm]	19,46	24,61	26,96	37,27	50,16	65,62
ω [rad/s]	151,77	230,27	303,53	334,93	408,2	533,8
P [W]	2953	5667	8184	12484	20475	35029
Příkon světlometů [W]	222					
Příkon při 80% η alternátoru [W]	277,5					
Spotř. paliva [l/100km]	6,5	6,9	7,1	7,5	8	8,5
Úspora spotř. [l/100km]	0,61	0,34	0,24	0,17	0,11	0,07
Úspora pal. na 20 000 km [l]	122	68	48	33	22	13
Úspora na 100 km [Kč]	20,89	11,55	8,23	5,7	3,71	2,3
Úspora na 20 000 km [Kč]	4 178	2 311	1 647	1 140	742	461



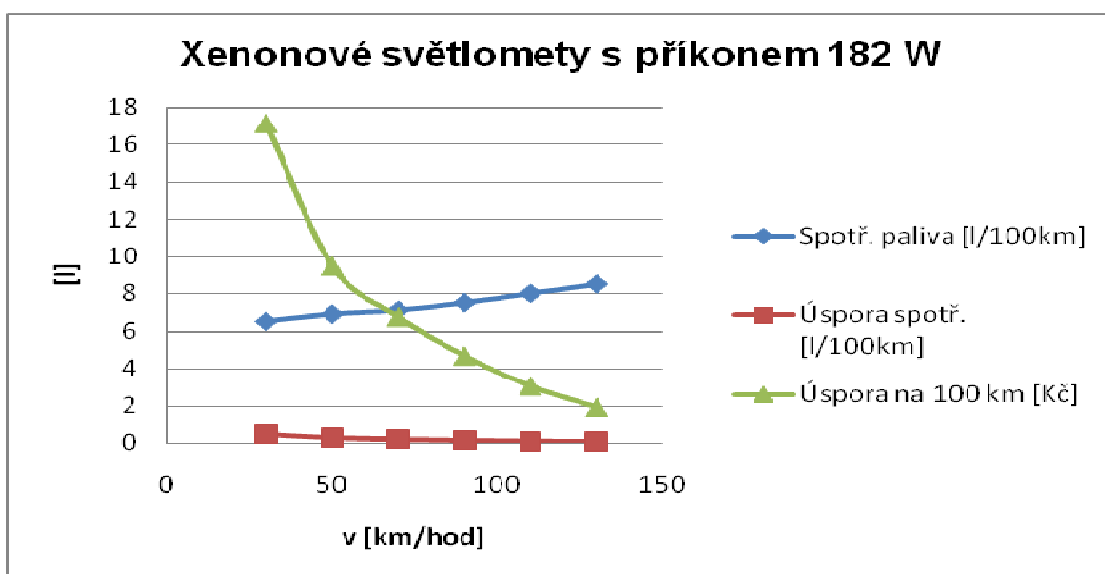
Obr. 4.3.11.2 Graf závislosti spotřeby na úspoře paliva pro halogenové světlomety

Fiat Punto 1,2i s přestavbou na xenonové světlomety (zážehový)

Xenonové výbojky ve světlometech 2 x 35 W	70 W
žárovky v koncových světlech vzadu 2 x 21 W	52 W
žárovky parkovacích světel vpředu 2 x 5 W	10 W
žárovky osvětlení zadní registrační značky 2 x 10 W	20 W
osvětlení ovládačů v interiéru vozidla 10 x 2 W	20 W
osvětlení palubních přístrojů 4 x 5 W	20 W
celkem elektrického příkonu	<u>182 W</u>

Tab. 4.3.11.3 Tabulka vypočtených hodnot pro xenonové světlomety

v [km/h]	30	50	70	90	110	130
v [m/s]	8,33	13,89	19,44	25	30,56	36,11
n_m [1/min]	1450	2200	2900	3200	3900	5100
o_f [N]	174,4	174,4	117,7	117,7	117,7	117,7
o_v [N]	30,5	84,8	166,2	274,8	410,5	573,4
F_k [N]	204,9	259,2	283,9	392,5	528,2	691,1
M^m [Nm]	19,46	24,61	26,96	37,27	50,16	65,62
ω [rad/s]	151,77	230,27	303,53	334,93	408,2	533,8
P [W]	2953	5667	8184	12484	20475	35029
Příkon světlometů [W]	182					
Příkon při 80% η alternátoru [W]	227,5					
Spotř. paliva [l/100km]	6,5	6,9	7,1	7,5	8	8,5
Úspora spotř. [l/100km]	0,5	0,28	0,2	0,14	0,09	0,06
Úspora pal. na 20 000 km [l]	100	55	39	27	18	11
Úspora na 100 km [Kč]	17,13	9,47	6,75	4,67	3,04	1,89
Úspora na 20 000 km [Kč]	3 425	1 895	1 350	935	608	378



Obr. 4.3.11.3 Graf závislosti spotřeby na úspoře paliva pro xenonové světlomety

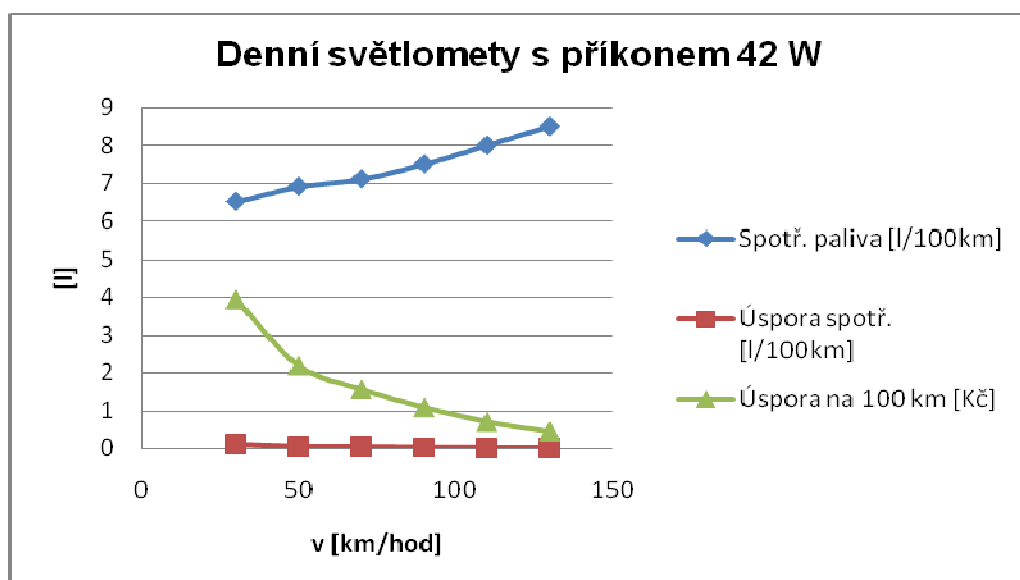
Fiat Punto 1,2i s denními světlými s klasickými žárovkami (zážehový)

Žárovky 2 x 21 W

42 W

Tab. 4.3.11.4 Tabulka vypočtených hodnot pro denní světlomety

v [km/h]	30	50	70	90	110	130
v [m/s]	8,33	13,89	19,44	25	30,56	36,11
n_m [1/min]	1450	2200	2900	3200	3900	5100
ω_f [N]	174,4	174,4	117,7	117,7	117,7	117,7
ω_v [N]	30,5	84,8	166,2	274,8	410,5	573,4
F_k [N]	204,9	259,2	283,9	392,5	528,2	691,1
M^m [Nm]	19,46	24,61	26,96	37,27	50,16	65,62
ω [rad/s]	151,77	230,27	303,53	334,93	408,2	533,8
P [W]	2953	5667	8184	12484	20475	35029
Příkon světlometů [W]	42					
Příkon při 80% η alternátoru [W]	52,5					
Spotř. paliva [l/100km]	6,5	6,9	7,1	7,5	8	8,5
Úspora spotř. [l/100km]	0,12	0,06	0,05	0,03	0,02	0,01
Úspora pal. na 20 000 km [l]	23	13	9	6	4	3
Úspora na 100 km [Kč]	3,95	2,19	1,56	1,08	0,7	0,44
Úspora na 20 000 km [Kč]	790	437	312	216	140	87



Obr. 4.3.11.4 Graf závislosti spotřeby na úspoře paliva pro denní světlomety

Veškeré úspory v těchto kalkulacích jsou počítány, jako bychom používali uvedený světelný systém (který je v každé kalkulaci uveden) a místo něj bychom použili denní Led diody s celkovou spotřebou 10 W.

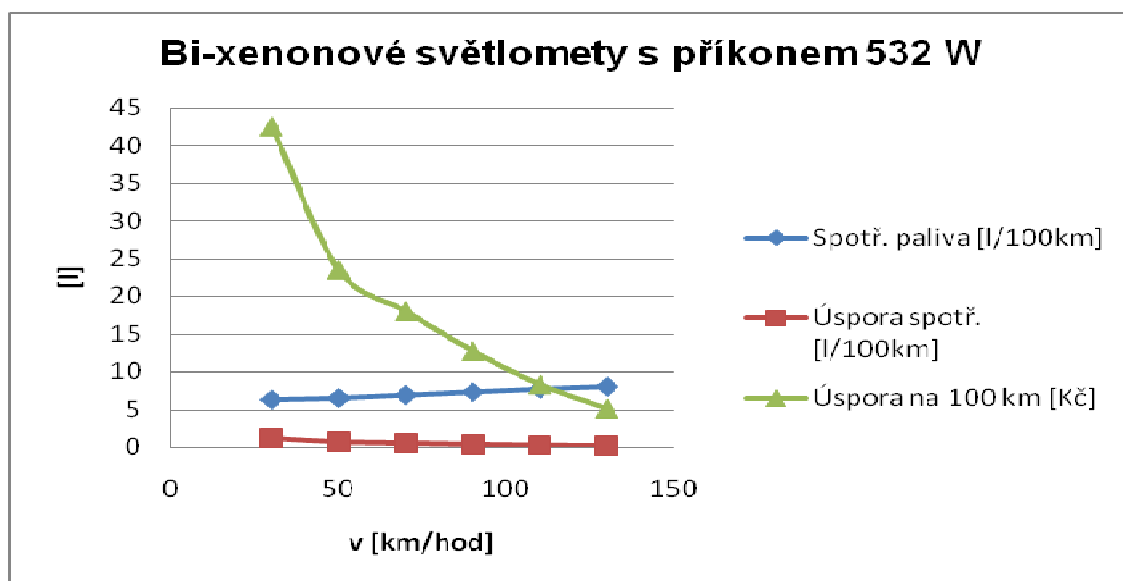
4.3.12 Měření spotřeby paliva Hyundai i30 (H i30) – při zapojení různých světelných systémů

Hyundai I30 1.6i s Bi-xenonovými světlomety (zážehový)

žárovky (halogenové H4) ve světlometech 2 x 192,5 W	385 W
žárovky v koncových světlech vzadu 2 x 21 W	42 W
žárovky parkovacích světel vpředu 2 x 5 W	10 W
žárovky osvětlení zadní registrační značky 2 x 10 W	20 W
osvětlení ovládačů v interiéru vozidla 10 x 2 W	20 W
osvětlení palubních přístrojů 4 x 5 W	20 W
celkem elektrického příkonu	<u>527 W</u>

Tab. 4.3.12.1 Tabulka vypočtených hodnot pro Bi-xenonové světlomety

v [km/h]	30	50	70	90	110	130
v [m/s]	8,33	13,89	19,44	25	30,56	36,11
n_m [1/min]	1450	2200	2900	3200	3900	5100
o_r [N]	205,7	205,7	138,9	138,9	138,9	138,9
o_v [N]	30,5	84,8	166,2	274,8	410,5	573,4
F_k [N]	236,2	290,5	305,1	413,7	549,4	712,2
M^m [Nm]	22,43	27,59	28,97	39,28	52,17	67,63
ω [rad/s]	151,77	230,27	303,53	334,93	408,2	533,8
P [W]	3405	6353	8794	13156	21295	36101
Příkon světlometů [W]	537					
Příkon při 80% η alternátoru [W]	671,25					
Spotř. paliva [l/100km]	6,3	6,5	6,9	7,3	7,7	8
Úspora spotř. [l/100km]	1,24	0,69	0,53	0,37	0,24	0,15
Úspora pal. na 20 000 km [l]	248	137	105	74	49	30
Úspora na 100 km [Kč]	42,48	23,49	18,01	12,74	8,3	5,09
Úspora na 20 000 km [Kč]	8 496	4 698	3 603	2 548	1 660	1 017



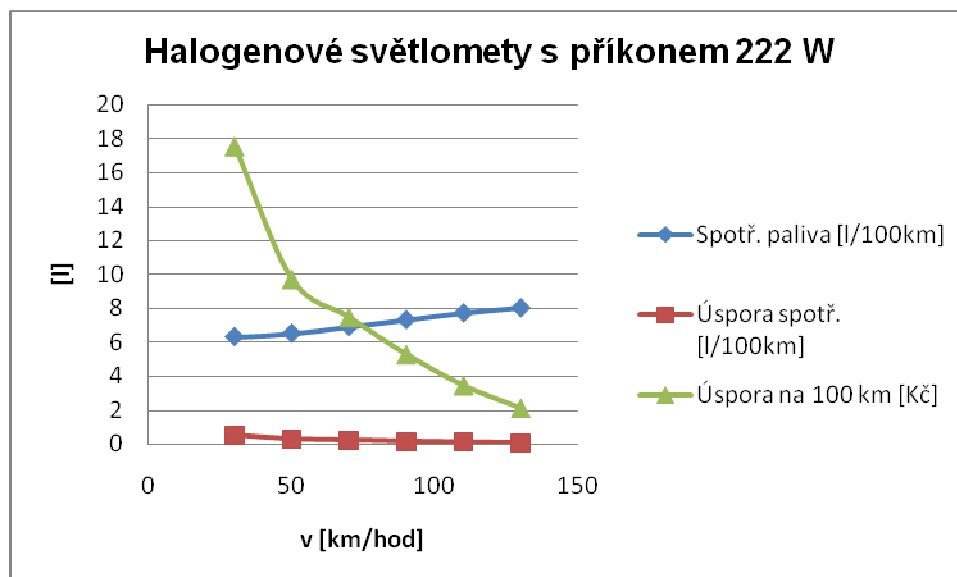
Obr. 4.3.12.1 Graf závislosti spotřeby na úspoře paliva pro Bi-xenonové světlomety

Hyundai I30 1.6i se sériovými halogenovými světlomety (zážehový)

žárovky (halogenové H4) ve světlometech 2 x 55 W	110 W
žárovky v koncových světlech vzadu 2 x 21 W	42 W
žárovky parkovacích světel vpředu 2 x 5 W	10 W
žárovky osvětlení zadní registrační značky 2 x 10 W	20 W
osvětlení ovládačů v interiéru vozidla 10 x 2 W	20 W
osvětlení palubních přístrojů 4 x 5 W	20 W
celkem elektrického příkonu	<u>222 W</u>

Tab. 4.3.12.2 Tabulka vypočtených hodnot pro halogenové světlomety

v [km/h]	30	50	70	90	110	130
v [m/s]	8,33	13,89	19,44	25	30,56	36,11
n_m [1/min]	1450	2200	2900	3200	3900	5100
o_f [N]	205,7	205,7	138,9	138,9	138,9	138,9
o_v [N]	30,5	84,8	166,2	274,8	410,5	573,4
F_k [N]	236,2	290,5	305,1	413,7	549,4	712,2
M^m [Nm]	22,43	27,59	28,97	39,28	52,17	67,63
ω [rad/s]	151,77	230,27	303,53	334,93	408,2	533,8
P [W]	3405	6353	8794	13156	21295	36101
Příkon světlometů [W]	222					
Příkon při 80% η alternátoru [W]	277,5					
Spotř. paliva [l/100km]	6,3	6,5	6,9	7,3	7,7	8
Úspora spotř. [l/100km]	0,51	0,28	0,22	0,15	0,1	0,06
Úspora pal. na 20 000 km [l]	103	57	44	31	20	12
Úspora na 100 km [Kč]	17,56	9,71	7,45	5,27	3,43	2,1
Úspora na 20 000 km [Kč]	3 512	1 942	1 489	1 053	686	421



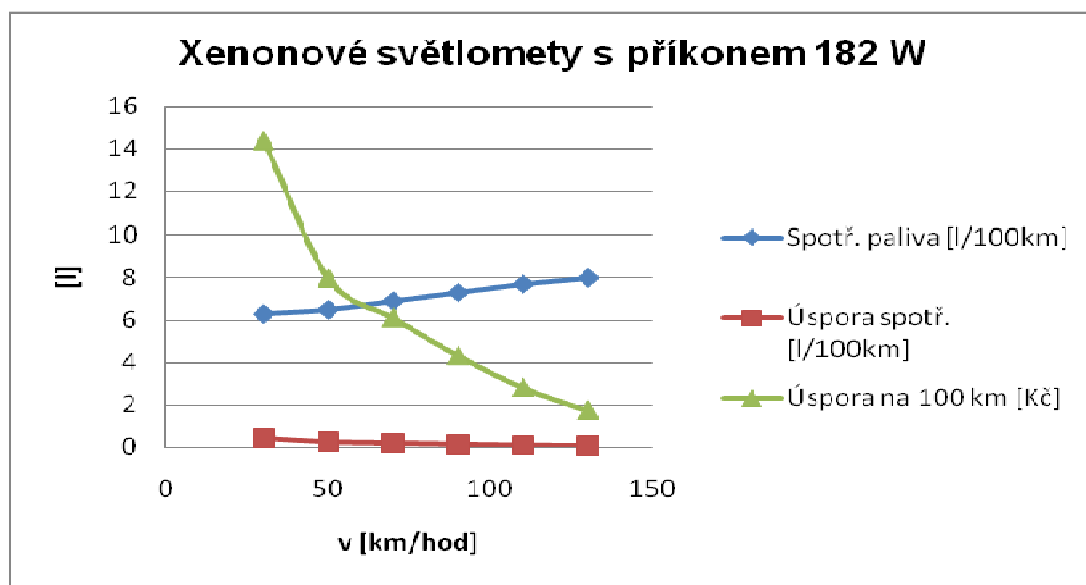
Obr. 4.3.12.2 Graf závislosti spotřeby na úspoře paliva pro halogenové světlomety

Hyundai I30 1.6i s přestavbou na xenonové světlomety (zážehový)

xenonové výbojky ve světlometech 2 x 35 W	70 W
žárovky v koncových světlech vzadu 2 x 21 W	52 W
žárovky parkovacích světel vpředu 2 x 5 W	10 W
žárovky osvětlení zadní registrační značky 2 x 10 W	20 W
osvětlení ovládačů v interiéru vozidla 10 x 2 W	20 W
osvětlení palubních přístrojů 4 x 5 W	20 W
celkem elektrického příkonu	<u>182 W</u>

Tab. 4.3.12.3 Tabulka vypočtených hodnot pro xenonové světlomety

v [km/h]	30	50	70	90	110	130
v [m/s]	8,33	13,89	19,44	25	30,56	36,11
n_m [1/min]	1450	2200	2900	3200	3900	5100
o_f [N]	205,7	205,7	138,9	138,9	138,9	138,9
o_v [N]	30,5	84,8	166,2	274,8	410,5	573,4
F_k [N]	236,2	290,5	305,1	413,7	549,4	712,2
M^m [Nm]	22,43	27,59	28,97	39,28	52,17	67,63
ω [rad/s]	151,77	230,27	303,53	334,93	408,2	533,8
P [W]	3405	6353	8794	13156	21295	36101
Příkon světlometů [W]	182					
Příkon při 80% η alternátoru [W]	227,5					
Spotř. paliva [l/100km]	6,3	6,5	6,9	7,3	7,7	8
Úspora spotř. [l/100km]	0,42	0,23	0,18	0,13	0,08	0,05
Úspora pal. na 20 000 km [l]	84	47	36	25	16	10
Úspora na 100 km [Kč]	14,4	7,96	6,1	4,32	2,81	1,72
Úspora na 20 000 km [Kč]	2 879	1 592	1 221	863	563	345



Obr. 4.3.12.3 Graf závislosti spotřeby na úspoře paliva pro xenonové světlomety

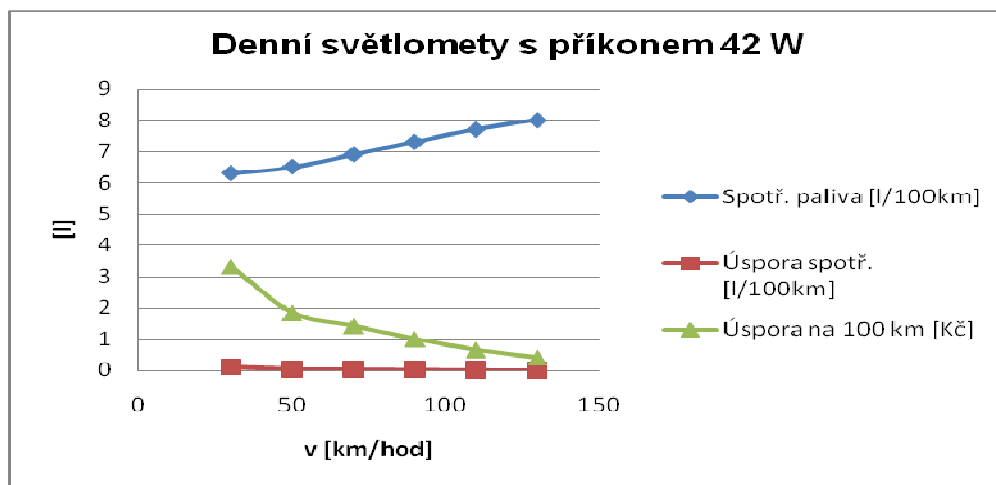
Hyundai I30 1.6i s denními světly s klasickými žárovkami (zážehový)

Žárovky 2 x 21 W

42 W

Tab. 4.3.12.4 Tabulka vypočtených hodnot pro denní světlomety

v [km/h]	30	50	70	90	110	130
v [m/s]	8,33	13,89	19,44	25	30,56	36,11
n_m [1/min]	1450	2200	2900	3200	3900	5100
o_f [N]	205,7	205,7	138,9	138,9	138,9	138,9
o_v [N]	30,5	84,8	166,2	274,8	410,5	573,4
F_k [N]	236,2	290,5	305,1	413,7	549,4	712,2
M^m [Nm]	22,43	27,59	28,97	39,28	52,17	67,63
ω [rad/s]	151,77	230,27	303,53	334,93	408,2	533,8
P [W]	3405	6353	8794	13156	21295	36101
Příkon světlometů [W]	42					
Příkon při 80% η alternátoru [W]	52,5					
Spotř. paliva [l/100km]	6,3	6,5	6,9	7,3	7,7	8
Úspora spotř. [l/100km]	0,1	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
Úspora pal. na 20 000 km [l]	19	11	8	6	4	2
Úspora na 100 km [Kč]	3,32	1,84	1,41	1	0,65	0,4
Úspora na 20 000 km [Kč]	664	367	282	199	130	80



Obr. 4.3.12.4 Graf závislosti spotřeby na úspoře paliva pro denní světlomety

Veškeré úspory v těchto kalkulacích jsou počítány, jako bychom používali uvedený světelný systém (který je v každé kalkulaci uveden) a místo něj bychom použili denní Led diody s celkovou spotřebou 10 W.

5. Zhodnocení a doporučení

Po naměření všech hodnot na válcové stoličce MAHA LPS 2000, jsem provedl zhodnocení všech výsledků a rozčlenil je pro jednotlivé automobily. Každý řidič ví, kolik a jakou rychlostí průměrně jezdí a není problém si svou úsporu přibližně vypočítat pro své potřeby. Z toho důvodu jsem volil tyto tři automobily, které dle mého, lidé nejvíce používají (tímto není myšlena značka vozidla, ale obsah a typ motoru).

Zhodnocení měření automobilu P405

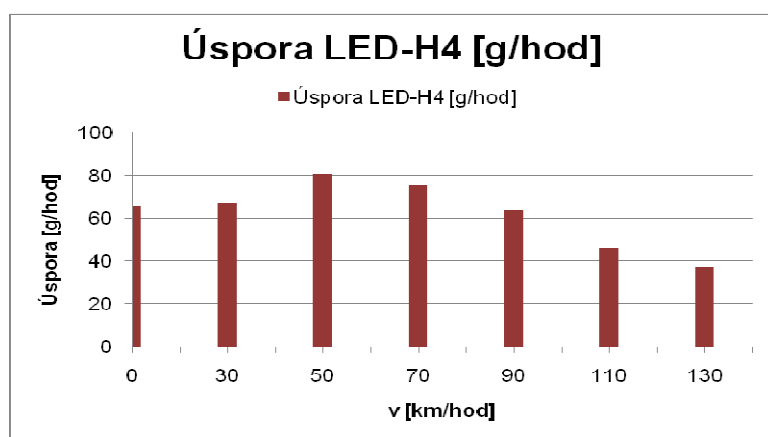
Po ukončení všech měření, jsem vytvořil z průměrných hodnot jednotlivých měření závěrečnou srovnávací tabulku č. 5.1. V této tabulce je vypsána spotřeba paliva [g/hod], při dvou světelných režimech. H4 (klasické koncepční zapojení světlometů z výroby (viz. popis nad tabulkou 4.3.10.2) a LED-Diod (které mají potřebný příkon na veškeré osvětlení 2 x 5 W).

Dále je z těchto dvou hodnot vypočten rozdíl (to co jsme schopni ušetřit pokud zvolíme jiné zapojení světlometů), viz. obr. 5.1. Poté tuto hodnotu vyjádříme v litrech, viz. obr. 5.2. A naposledy tuto hodnotu převedeme na finanční stránku. Protože každý člověk, žijící v dnešní době, a nemusí to být jen motorista, co se živí řízením automobilu, se snaží, co nejvíce snížit náklady na provoz automobilu. Přehled úspory z finanční stránky je znázorněn v obrázku č. 5.3.

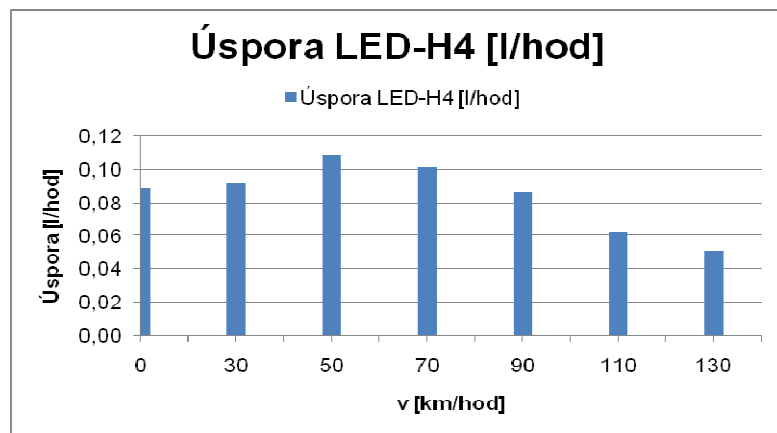
Tab. 5.1 Tabulka úspor pro Peugeot 405 (celé měření)

(Cena benzínu je 33,90 Kč, ke dni 10.5.2010)

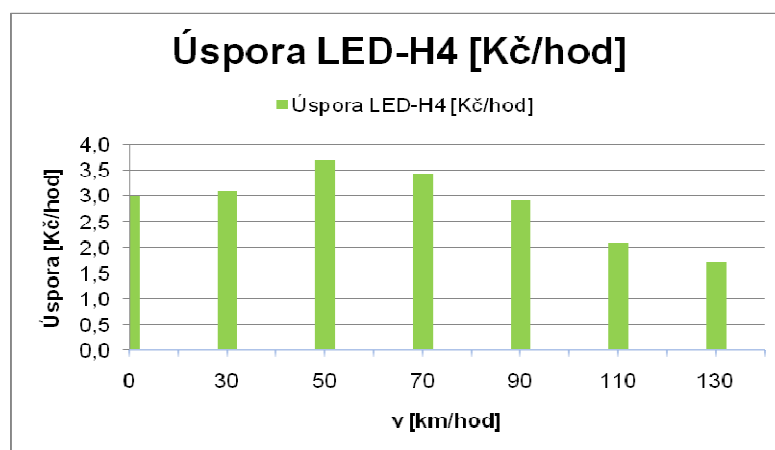
v [km/hod]	Způsob osvětlení	Spotřeba [g/hod]	Úspora LED-H4 [g/hod]	Úspora LED-H4 [l/hod]	Úspora LED-H4 [Kč/hod]
0	H4	544,6	65,6	0,09	3,0
	LED	479			
30	H4	840,2	67,6	0,09	3,1
	LED	772,6			
50	H4	1089,2	80,6	0,11	3,7
	LED	1008,6			
70	H4	1340,4	75,2	0,10	3,5
	LED	1265,2			
90	H4	1616,2	63,8	0,09	2,9
	LED	1552,4			
110	H4	2124,0	46,0	0,06	2,1
	LED	2078			
130	H4	2404,6	37,6	0,05	1,7
	LED	2367,0			



Obr. 5.1 Graf rychlosti vozidla na hmotnosti uspořené paliva



Obr. 5.2 Graf rychlosti vozidla na litrech uspořené paliva



Obr. 5.3 Graf rychlosti vozidla na ceně uspořené paliva

Z obrázku č. 5.2 vidíme, že při zvyšující rychlosti vozidla nám úspora nejprve roste, až po rychlost 50 km/hod. Po překročení této hranice se začne úspora zmešovat, je to z toho důvodu, že automobil při vysoké rychlosti, potřebuje vysoký výkon, a už se tak moc neprojevuje velké zatížení alternátoru. Pokud srovnáme tabulku č. 4.3.10.2 a obr. č. 5.2 vidím, že se liší v rychlostech 0 km/hod (na volnoběžné otáčky) a pro rychlost 30 km/hod. Jinak mají hodnoty tendenci klesat což koresponduje s našimi měřenými hodnotami. Nebylo možno tyto tři grafy (5.1, 5.2 a 5.3) vložit pro menší přehlednost do jednoho, protože se hodnoty liší v řadech desítek a nebylo by možno je čitelně vykreslit. Všechny tyto tři grafy vyjadřují úsporu za 1 hodinu provozu.

Zhodnocení měření automobilu F Punto

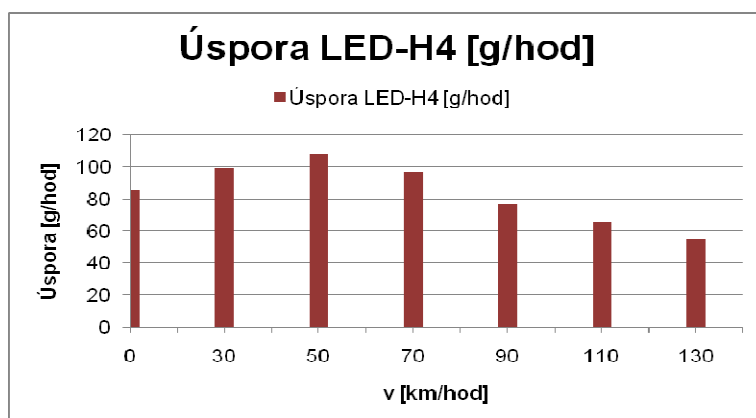
Po ukončení všech měření pro automobil Fiat Punto, jsem vytvořil z průměrných hodnot jednotlivých měření závěrečnou srovnávací tabulku č. 5.2. V této tabulce je vypsána spotřeba paliva [g/hod], při dvou světelných režimech. H4 (klasické koncepční zapojení světlometů z výroby (viz. popis nad tabulkou 4.3.11.2) a LED-Diod (které mají potřebný příkon na veškeré osvětlení 2 x 5 W).

Dále je z těchto dvou hodnot vypočten rozdíl (to co jsme schopni ušetřit pokud zvolíme jiné zapojení světlometů), viz. obr. 5.4. Poté tuto hodnotu vyjádříme v litrech, viz. obr. 5.5. A naposledy tuto hodnotu převedeme na finanční stránku. Přehled úspory z finanční stránky je znázorněn v obrázku č. 5.6.

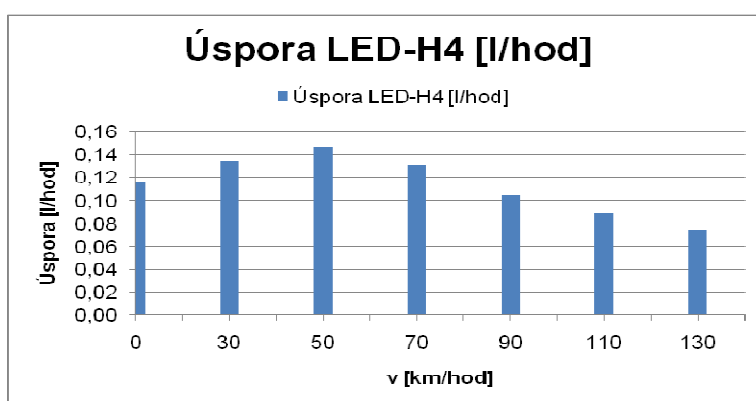
Tab. 5.2 Tabulka úspor pro Fiat Punto (celé měření)

(Cena benzínu je 33,90 Kč, ke dni 10.5.2010)

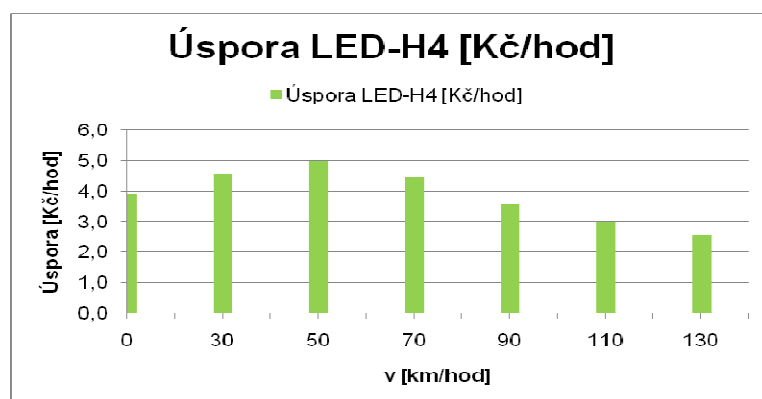
v [km/hod]	Způsob osvětlení	Spotřeba [g/hod]	Úspora LED-H4 [g/hod]	Úspora LED-H4 [l/hod]	Úspora LED-H4 [Kč/hod]
0	H4	699,4	85,6	0,12	3,9
	LED	613,8			
30	H4	1025,2	99,2	0,13	4,6
	LED	926			
50	H4	1329,2	108,6	0,15	5,0
	LED	1220,6			
70	H4	1704,4	96,8	0,13	4,4
	LED	1607,6			
90	H4	2070,6	77,2	0,10	3,5
	LED	1993,4			
110	H4	2469,0	65,8	0,09	3,0
	LED	2403,2			
130	H4	2859,4	55,4	0,08	2,5
	LED	2804			



Obr. 5.4 Graf rychlosti vozidla na hmotnosti uspořené paliva



Obr. 5.5 Graf rychlosti vozidla na litrech uspořené paliva



Obr. 5.6 Graf rychlosti vozidla na ceně uspořené paliva

Z obrázku č. 5.4 vidíme, že při zvyšující rychlosti vozidla nám úspora nejprve roste, až po rychlost 50 km/hod, poté má tendenci klesat rozdíl mezi H4 a LED. Při srovnání obr. č.5.2 a č.5.5 vidíme, že tyto průběhy jsou podobné, akorát se liší v tom, že Fiat Punto má vyšší úsporu paliva. Nebylo možno tyto tři grafy (5.4, 5.5 a 5.6) vložit pro menší přehlednost do jednoho, protože se hodnoty liší v řadech desítek a nebylo by možno je čitelně vykreslit. Všechny tyto tři grafy vyjadřují úsporu za 1 hodinu provozu.

Zhodnocení měření automobilu H i30

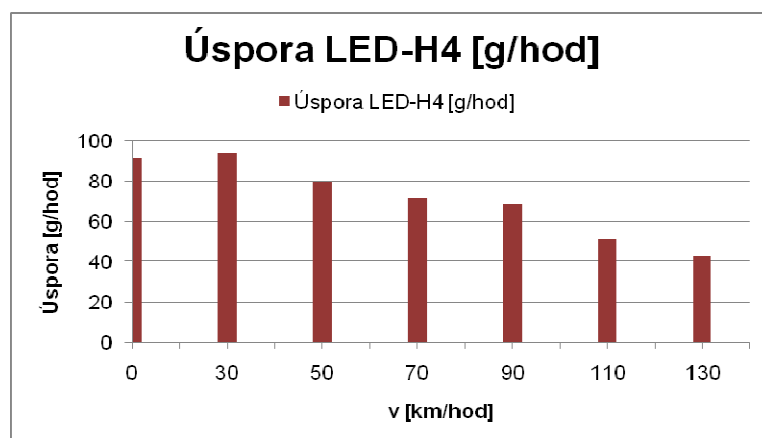
Po ukončení všech měření, jsem vytvořil z průměrných hodnot jednotlivých měření závěrečnou srovnávací tabulku č. 5.3. V této tabulce je vypsána spotřeba paliva [g/hod], při dvou světelných režimech. H4 (klasické koncepční zapojení světlometů z výroby (viz. popis nad tabulkou 4.3.12.2) a LED-Diod (které mají potřebný příkon na veškeré osvětlení 2 x 5 W).

Dále je z těchto dvou hodnot vypočten rozdíl (to co jsme schopni ušetřit pokud zvolíme jiné zapojení světlometů), viz. obr. 5.7. Poté tuto hodnotu vyjádříme v litrech, viz. obr. 5.8. A naposledy tuto hodnotu převedeme na finanční stránku. Protože každý člověk, žijící v dnešní době, a nemusí to být jen motorista, co se živí řízením automobilu, se snaží, co nejvíce snížit náklady na provoz automobilu. Přehled úspory z finanční stránky je znázorněn v obrázku č. 5.8.

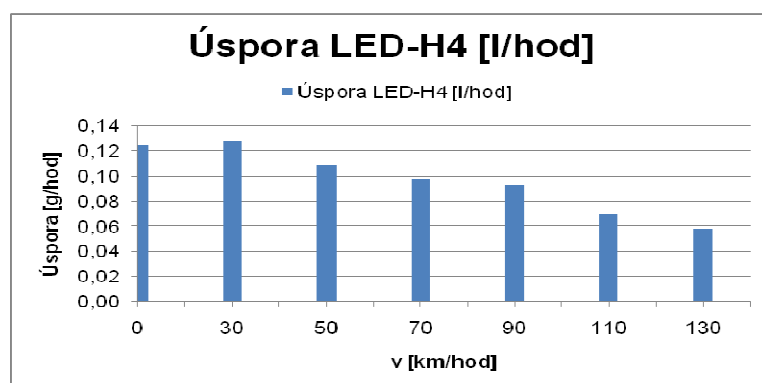
Tab. 5.3 Tabulka úspor pro Hyundai i30 (celé měření)

(Cena benzínu je 33,90 Kč, ke dni 10.5.2010)

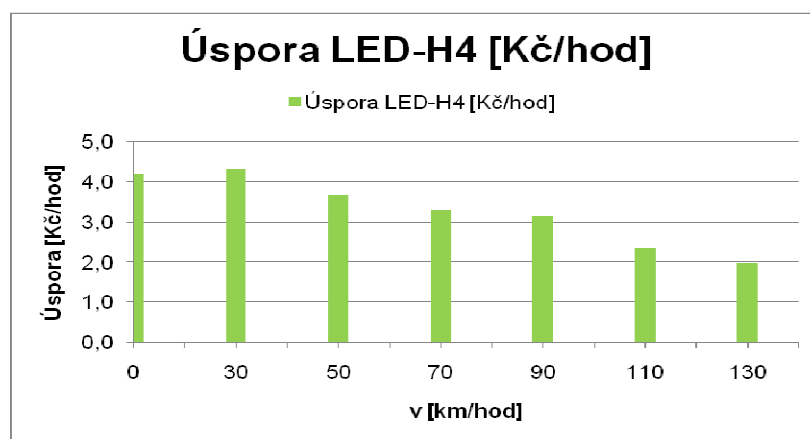
v [km/hod]	Způsob osvětlení	Spotřeba [g/hod]	Úspora LED-H4 [g/hod]	Úspora LED-H4 [l/hod]	Úspora LED-H4 [Kč/hod]
0	H4	724,8	91,8	0,12	4,2
	LED	633			
30	H4	1054,4	94,4	0,13	4,3
	LED	960			
50	H4	1420,8	80,0	0,11	3,7
	LED	1340,8			
70	H4	1738,6	72,0	0,10	3,3
	LED	1666,6			
90	H4	2089,2	68,8	0,09	3,2
	LED	2020,4			
110	H4	2484,4	51,4	0,07	2,4
	LED	2433			
130	H4	2866,2	43,2	0,06	2,0
	LED	2823			



Obr. 5.7 Graf rychlosti vozidla na hmotnosti uspořené paliva



Obr. 5.8 Graf rychlosti vozidla na litrech uspořené paliva



Obr. 5.9 Graf rychlosti vozidla na ceně uspořené paliva

Z obrázku č. 5.8 vidíme, že největší úsporu paliva docílíme už při volnoběžných otáčkách motoru a při 30 km/hod. S dalším nárustem rychlosti rozdíl mezi H4 a LED úspora klesá, tak jako v tab. č. 4.3.12.2. Nebylo možno tyto tři grafy (5.7, 5.8 a 5.9) vložit pro menší přehlednost do jednoho, protože se hodnoty liší v řadech desítek a nebylo by možno je čitelně vykreslit. Všechny tyto tři grafy vyjadřují úsporu za 1 hodinu provozu.

Doporučení

Při použití Led-diod se výrazně sníží spotřeba automobilu. Diody mají vyšší životnost oproti všem osvětlovacím systémům (H1, H4, H7, xenon, ..). Když můžeme říct, že diody mají delší životnost => méně časté vyměňování žárovek v servisech (u starších automobilů nebo u automobilů s nižší výbavou, jsou žárovky např. H4 a u těchto žárovek je celkem jednoduché provést výměnu, dokonce vyhláška předepisuje, že musíme mít náhradní žárovku v povinné výbavě vozidla a při zničení žárovky ji neprodleně vyměnit. Kdežto u moderních vozů např. při použití xenonových světlometů je nutné při zničení výbojky automobil zavést do servisu, kde nám výbojku vymění. Výměna výbojky je poněkud nákladná záležitost, protože výbojky jsou v porovnání s halogenovými žárovkami mnohonásobně dražší. Diody mají 4 krát delší životnost => 4 krát více ušetříme za výměnu žárovek v servise.

Diodové světlomety mají vyšší světelnou účinnost, oproti halogenovým žárovkám. Jsou odolnější na otřesy a vibrace. U led diod máme celkový zdroj světla složen z několika menších zdrojů => pokud přestane svítit jedna dioda nic se neděje, akorát se nám nepatrně sníží světelná účinnost. Pokud jich přestane svítit více je nutné je vyměnit. Kolik jich může být nefunkčních předepisuje výrobce a většinou nám

nadcházející poruchu začne signalizovat palubní počítač.

Samotná výroba Led-diody je mnohonásobně nižší oproti všem ostatním zdrojům světla.

Při použití Led-diod (jak pro denní svícení tak i pro noční svícení) se nám sníží spotřeba pohonných hmot => sníží se náklady na provoz vozidla => sníží se počet škodlivin vypuštěných do ovzduší, na tuto skutečnost také navazuje to, že pokud se sníží spotřeba a my vezmeme v potaz u nákladních automobilů, že se nám sníží spotřeba nafty (od roku 2006 se míchá do nafty příměs nafty => řepka ředí olej v bloku motoru tím pádem když ho ředí tak ho ničí a snižuje jeho životnost => častější výměny oleje => vyšší náklady na provoz vozidla => vyšší zatížení životního prostředí, tím, že musíme častěji měnit olejovou náplň motoru).

Pokud bych měl možnost zvolit si osvětlení na svém automobilu a nejen na svém, ale na všech automobilech určitě bych volil Led-diody.

6. Ekonomické vyhodnocení

V této kapitole provedu ekonomické zhodnocení mého návrhu nového systému použití Led diod v osobním automobilu Peugeot 405 GRDT. U takto starého automobilu, bych provedl jen jediný zásah do konstrukce automobilu. Použil bych denní Led-světlomety, které mají ze všech světlometů nejnižší příkon a ostatní osvětlení vozidla bych nechal původní => při použití denních světlometů by byly v činnosti přes den jen uvedené dva denní světlomety, které po nastartování vozidla se samy aktivují, žádné další osvětlení by v danou chvíli nesvítilo a při noční jízdě, bych použil klasické osvětlení vozidla, akorát bych proved ještě jednu změnu, že do zadních světlometů, bych místo klasických žárovek, použil Led-diody, ale které jsou tak uzpůsobeny, že mají přímo patici, jako klasické žárovky. Při poruše nových diod vyměníme "pouze" žárovku za žárovku.

Pro realizaci všech těchto změn jsou pořizovací náklady na denní homologované světlomety cca 1 000 Kč a Led-diodové žárovky do zadních svítilen (jedna stojí cca 80 Kč) na zmiňovaný automobil jsou potřeba 4 ks => 320 Kč. Pořizovací náklady se nám vyšplhaly na cca 1 320 Kč. Při mé potřebě, používání automobilu je 90 % jízd realizovaných ve dne => skoro 100 % využití denního Led-osvětlení. Pokud se zaměřím na účel použití automobilu, tak to je přeprava po městě z bodu A do bodu B => průměrná rychlost vozidla nepřesáhne hodnotu 50 km/hod.

Při ujetí ročně cca 15 000 km, činní úspora paliva (nafty) 139 l => úspora z pohledu řidiče činní 4 714 Kč. Což znamená, že po provozování automobilu po 102 dnech se mi zaplatí pořizovací náklady denních světlometů a po zbytek roku už šetřím.

Při zvýšení ceny nafty tato úspora bude ještě větší.

Pokud bychom se pokusili nasimulovat tři různé režimy řidičů, např. důchodce (který najede ročně 3 000 km, nemusí to být vždy důchodce), další kategorie, by bylo rodinné auto (které ročně najede 8 000 km) a třetí skupinu by tvořili řidiči (kteří ročně najedou 30 000 km). U všech tří skupin bych volil představbu na denní Led světlomety, která by stála okolo 1 000 Kč, samozřejmě jsou i dražší světlomety, ale pro naší potřebu nám postačí tyto. Celý tento pokus je počítán pro stejnou cenu benzínu i nafty. Pokud se cena zvyšuje, návratnost na pořízení denních světlometů se zkracují. Uvažujme pro všechny tři skupiny průměrnou rychlost 50 Km/hod.

Pokud u první skupiny budeme uvažovat automobil se zážehovým motorem o obsahu 1.2 (viz. Fiat Punto), ušetříme na sto kilometrech 11,55 Kč, při ujetí 3 000 km/rok,

ušetříme ročně 347 Kč. Náklady na pořízení denních světlometů se nám vrátí za 2 roky a 10 měsíc.

Druhé skupině bych přiřadil automobil se zážehovým motorem o obsahu 1.6 (viz. Hyundai i30), ušetříme na sto kilometrech 9,8 Kč, při ujetí 8 000 km/rok, ušetříme ročně 784 Kč. Náklady na pořízení denních světlometů se nám vrátí za 1 roky a 3 měsíc.

Třetí skupině bych přiřadil automobil se vznětovým motorem o obsahu 1.8 (viz. Peugeot 405), ušetříme na sto kilometrech 14,8 Kč, při ujetí 30 000 km/rok, ušetříme ročně 3 531 Kč. Náklady na pořízení denních světlometů se nám vrátí za 3 měsíc.

7. Závěr

V této diplomové práci jsem se zabýval spotřebou osobních automobilů při použití různých druhů světelných systémů.

Proto abych mohl ověřovat spotřebu automobilů, jsem musel nejprve sestavit samotnou metodiku měření na válcové zkušební stanici MAHA LPS 2000, která udává, jak má testování vozidel probíhat.

Aby mohlo vůbec měření probíhat, bylo nutno nejprve testované automobily upravit viz. kapitola 4.3.4. Poté jsem vozidlo upevnil na zkušební válce a měření mohlo začít. Pro větší přesnost měření, by bylo určitě vhodné opakovat měření více než 5 krát, ale jedno měření trvá 1 hodinu, při pěti opakováních to je 5 hodin a při použití dvou světelných systémů (klasické zapojení H4 nebo Led-diody) je to 10 hodin. A jeden automobil projde 6-ti rychlostními režimy => to už máme u jednoho automobilu stráveno 60 hodin testováním. A pokud testujeme 3 automobily, jako je to v našem případě, pak je to 180 hodin na zkušebně. Pokud se podíváme na další problémy, které nás provázely při zkoušení tak to bylo přehřívání motoru i přesto, že byl v činnosti ventilátor pro chlazení motoru a zvýšení teploty v samotné zkušební stanici. Při přehřívání vozidla bylo nutno zkoušku přerušit, aby došlo ke schlazení a cca po 20 minutách zkoušení mohlo dále pokračovat. Při zkoušení docházelo také ke značnému opotřebení pneumatik vlivem tření o válce zkušebny.

Po ukončení všech zkoušek jsem vytvořil závěrečnou tabulku v kapitole č. 5, z které je patrná možná úspora při přestavbě na jiný světelný systém.

8. Použitá literatura

- [1] Návod k obsluze, Válcová zkušební stanice funkcí a výkonu LPS 2000, MAHA Consulting s.r.o., 1. vyd., 1996, 64s
- [2] Matějka, R. Vozidla silniční dopravy I. Bratislava: Alfa Bratislava, 1990, ISBN 80-05-00392-7
- [3] Famfulík, J.: Osobní sdělení. VŠB – TU Ostrava [cit. 2010-05-07]
- [4] Jan Z., Kubát J., Ždánský B.: Adiv Brno, Elektrotechnika motorových vozidel 2, ISBN 80-903671-2-7
- [5] Čech J.: Pasivní bezpečnost, 1999, 132s
- [6] www.xenonovesvetlomety.cz
- [7] Štěrba P.: Praha, Elektrotechnika a elektronika automobilů, ISBN 80-251-0211-4
- [8] www.anno.cz
- [9] Beránek L.: České Budějovice, Jak na to? Peugeot 405, ISBN 80-85828-77-4
- [10] www.kataloghella.cz
- [11] www.studiesvetel.cz
- [12] Vlk, F.: Elektronické systémy motorových vozidel I, Brno, 2000
- [13] www.telecom.cz/rozsini/puntoMk1/vstrik.htm - schéma vstřikování Fiat Punto
- [14] www.osvetlovaci-system.cz